ELEKTOR w EdW

10/98

5 zł 40 gr

Październik 1998

ELEKTRONIKA dla wszystkich

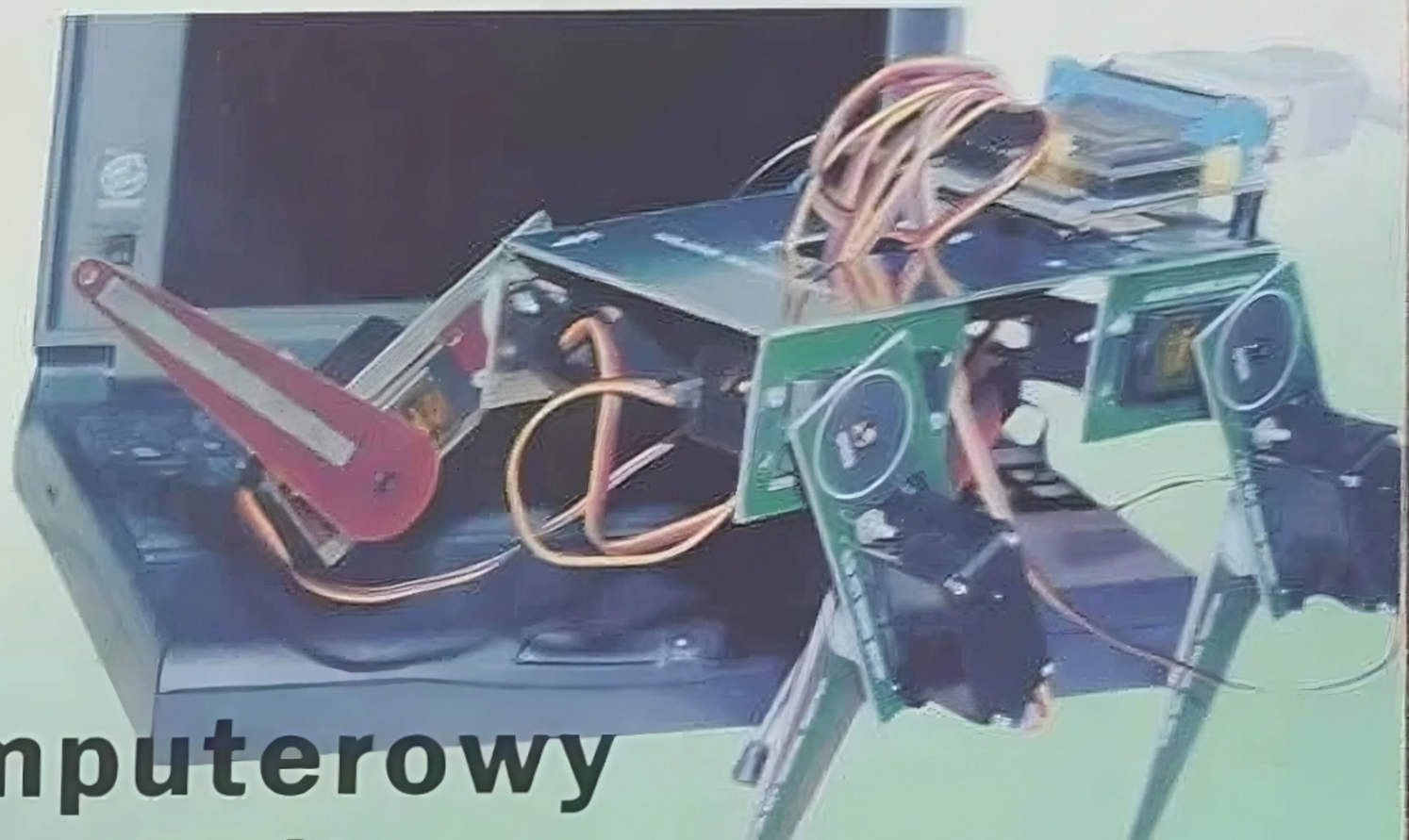
▲ NAGRODY EISA

▲ FORUM CZYTELNIKÓW

SLANG

▲ ROZWIĄZANIE KONKURSU

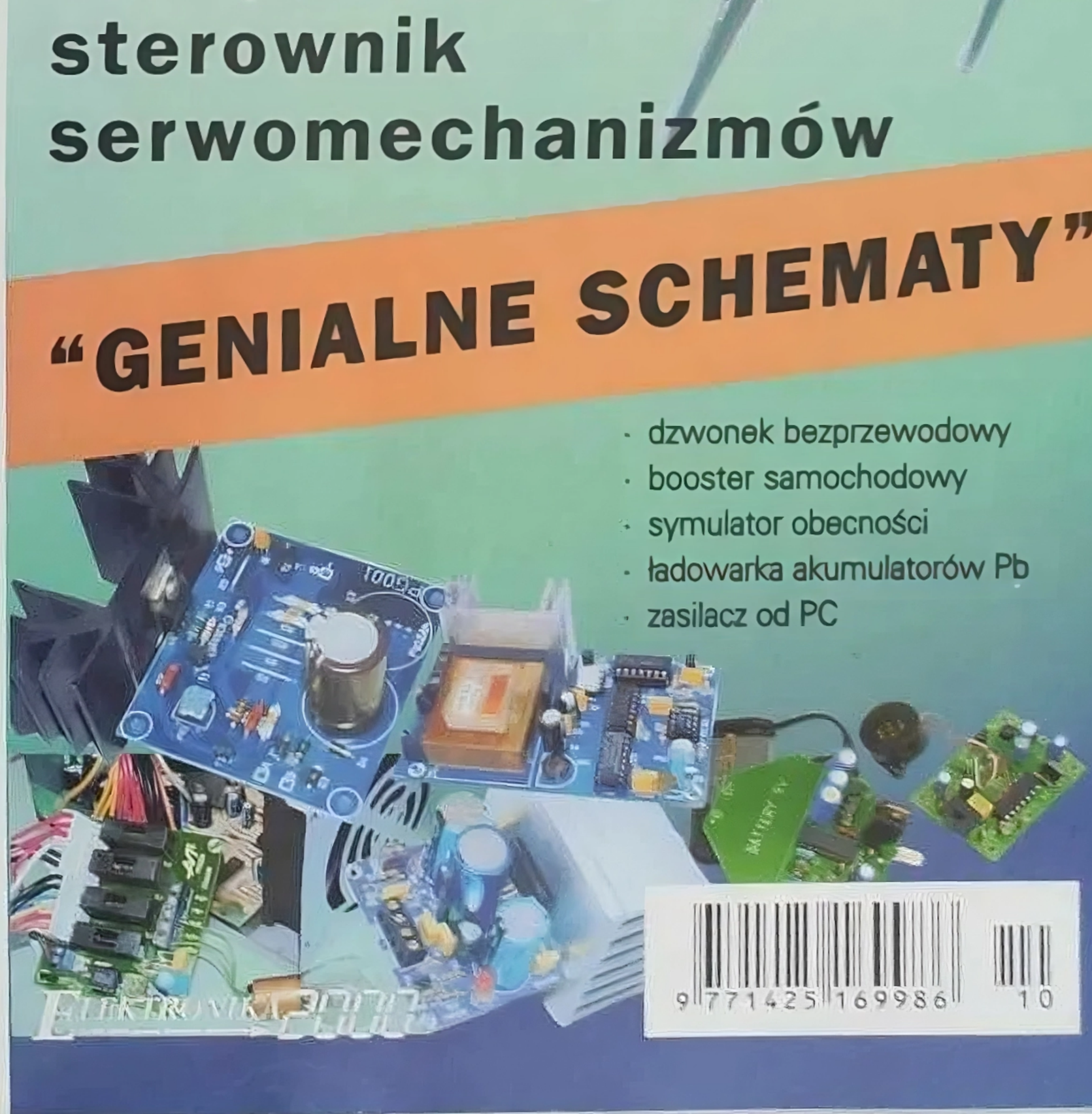
INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698



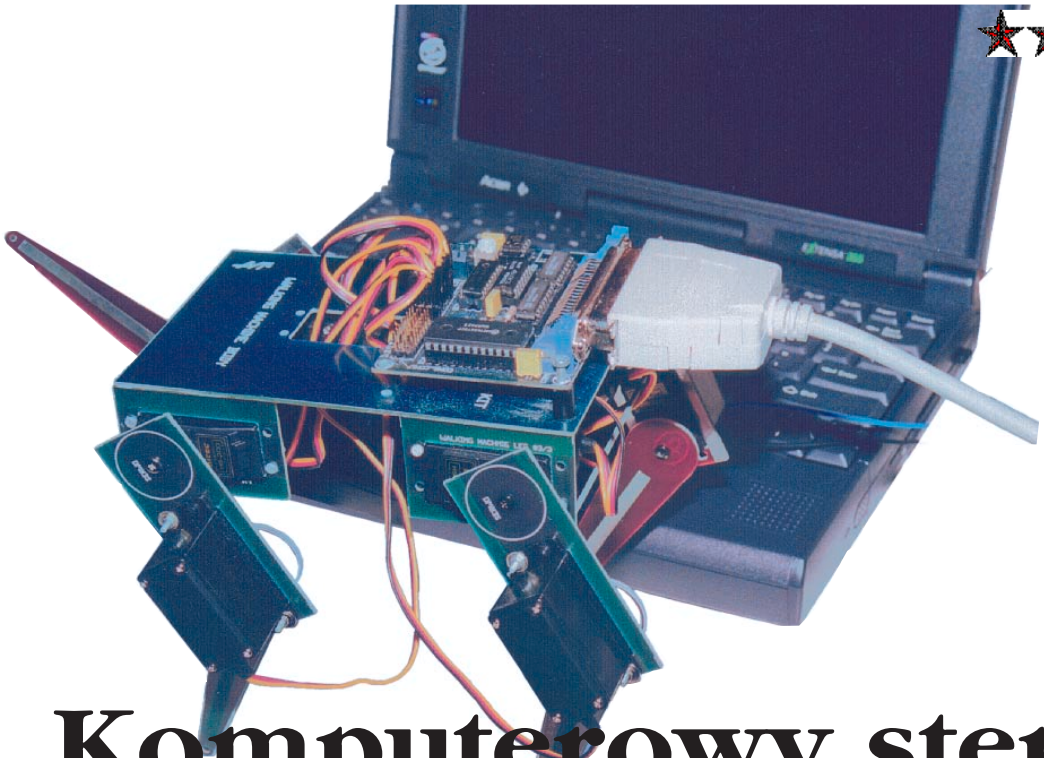
Komputerowy sterownik serwomechanizmów

"GENIALNE SCHEMATY"

- dzwonek bezprzewodowy
- booster samochodowy
- symulator obecności
- ładowarka akumulatorów Pb
- zasilacz od PC



9 771425 169986 10



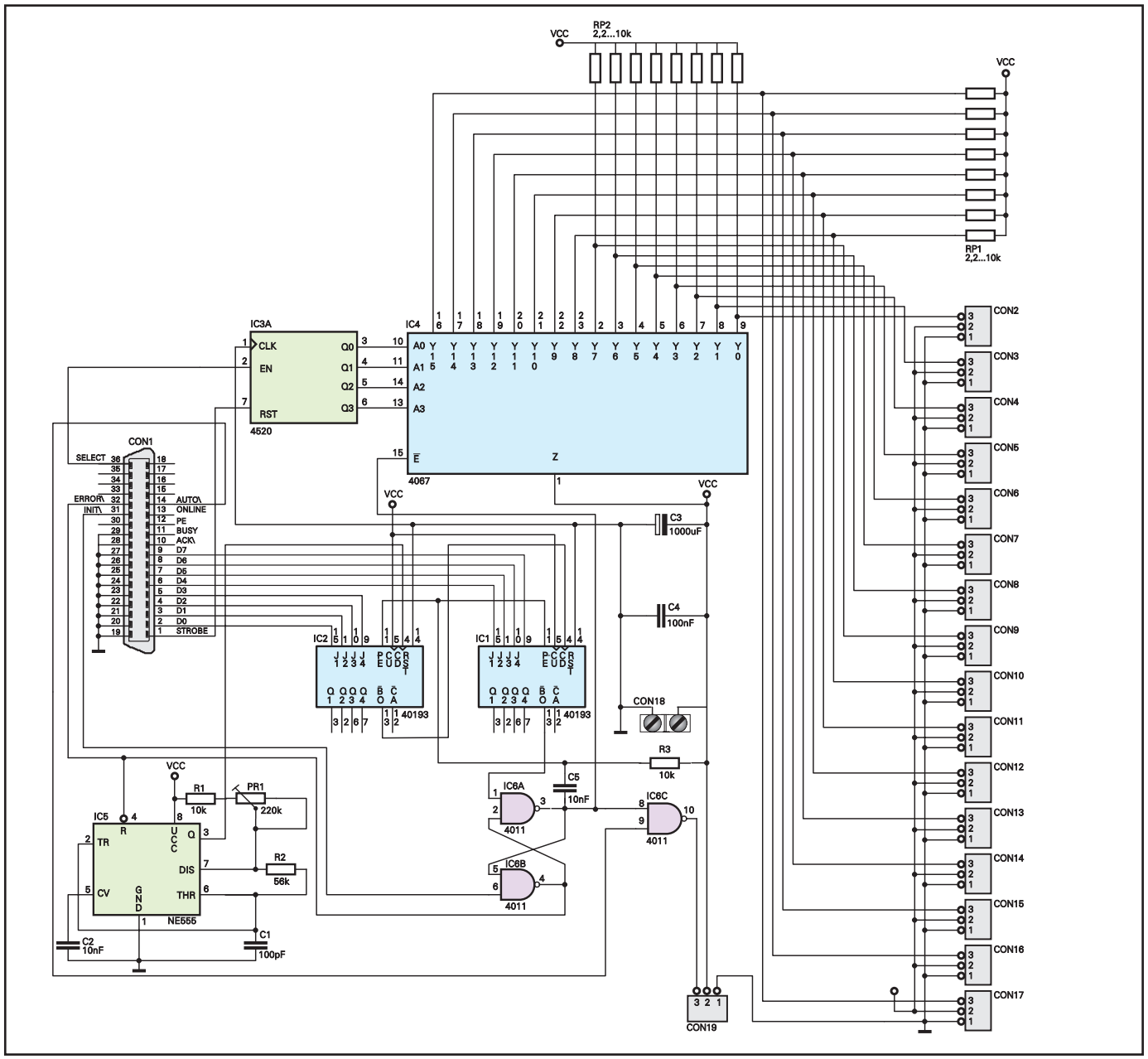
kit 2289 AVT

Komputerowy sterownik 16 serwomechanizmów do maszyny kroczącej

Uwaga: **teraz będzie coś** naprawdę **nowego, coś czym jak do tej** pory **nie zajmowało się żadne** pismo przeznaczone dla elektroników!

W swoim czasie rozpoczęliśmy na łamach EdW cykl artykułów poświęconych „Robotyce". Zawsze pisaliśmy tą nazwę w cudzysłowie, ponieważ prezentowane w tych artykułach urządzenia tak naprawdę miały niewiele wspólnego z robotami. Były to najczęściej proste układy automatyki, a za największe swoje sukcesy uznaję „oswojenie" silników krokowych i uzyskanie w ten sposób prostych w wykonaniu i sterowaniu układów napędowych do modeli i zabawek. Kolejnym niekwestionowanym sukcesem było zapoznanie Czytelników EdW z serwomechanizmami i sterowaniem proporcjonalnym. Trudno nawet wymienić dziedziny techniki, w których umiejętnie zastosowane serwa nie przyczyniłyby się do uzyskania ciekawych efektów bez stosowania skomplikowanych układów mechanicznych i elektronicznych. Ale tak naprawdę, dział „Robotyki" w pewnym momencie właściwie przestał się rozwijać, a do skonstruowania robotów z prawdziwego zdarzenia było równie daleko, jak na początku mojej działalności na łamach EdW. Powodem takiego stanu rzeczy było nie tylko wrodzone lenistwo niżej podpisanego. O budowie robotów, maszyn kroczących i manipulatorów mogących wykonywać złożone funkcje myślałem już dawno. Niestety, napotykałem zawsze na barierę nie do pokonania: konieczność wykonania niezbędnych elementów mechanicznych. Tak naprawdę, to nie jestem szczególnie leniwy, ale sama myśl o wycinania kawałków blachy i kształtowania z nich elementów potrzebnych do wykonania maszyny kroczącej czy ramienia dla robota napawała mnie przerażeniem. Sądzę także, że zdecydowana większość moich Kolegów podziela mój pogląd, że praca fizyczna nie jest szczególnie atrakcyjnym zajęciem! Konieczne było za tym wynalezienie materiału i technologii, pozwalających w łatwy sposób wykonać niezbędne elementy mechaniczne.

Kolejny raz okazało się, że niektóre przysłowia zawierają „całą prawdę, tylko prawdę i nic poza prawdą". Mam tu na myśli popularne porzekadło, mówiące że: „Najciemniej jest pod latarnią". Przecież materiał i technologię pozwalające na wykonanie dowolnej ilości elementów o dowolnych kształtach i zapewnienie ich powtarzalności przy seryjnej produkcji mieliśmy cały czas w zasięgu ręki! Materiał o bardzo dobrej wytrzymałości mechanicznej, z którego wykonane elementy można łatwo łączyć ze sobą za pomocą prostego lutowania leżał od dawna przed naszymi oczami! Mam tu na myśli **płytki obwodów drukowanych**! Nie, to nie pomyłka w druku, laminat epoksydowo szklany z którego wykonywane są znane każdemu elektronikowi obwody drukowane będzie tworzywem, z którego wykonamy potrzebne nam elementy mechaniczne. Nikt nie będzie zmuszony do mozolnego wycinania i dopasowywania do siebie elementów potrzebnych do budowy robota: wszystko otrzymacie gotowe i wystarczy jedynie zlutować ze sobą potrzebne kształtki i przykręcić kilka śrubek aby zbudować, wierzcie mi, bardzo ciekawe urządzenie. Przygotowałem dla Was dwa zestawy kształtek laminatowych: jeden umożliwia budowanie maszyn kroczących, a drugi przeznaczony jest do skonstruowania ręki robota o kilku stopniach swobody ruchu. Budowa takiego urządzenia zostanie opisana w jednym z najbliższych numerów Elektroniki Praktycznej i tam też znajdziecie opis innego komputerowego sterownika serwomechanizmów.



Rys. 1. Schemat ideowy

W artykule, który łaskawie zaczęliście czytać, będę chciał poruszyć dwa tematy. Pierwszym będzie budowa uniwersalnego sterownika szesnastu serwomechanizmów, który umożliwi sterowania za pomocą komputera nawet bardzo skomplikowanymi robotami czy ruchomymi makietami. Tematem drugim będzie skrótowo opisana budowa prostej, eksperymentalnej maszyny kroczącej. Mam jedynie nadzieję, że moi dowcipni Koledzy redakcyjni nie wpadną tym razem na pomysł nazwania tego urządzenia „raabochodem", a już nie daj Boże „raabotem"!

Sterowanie robotami nie jest, oczywiście, jedynym zastosowaniem proponowanego układu. Można go także użyć do bardziej poważnych celów, np. do sterowania makiet reklamowych.

Opis układu

Zanim przejdziemy do analizy schematu, który został przedstawiony na **rysunku 1**, zastanówmy się chwilę, jakie zadania ma spełniać opisywane urządzenie i dlaczego wybraliśmy taki, a nie inny sposób jego skonstruowania. O serwomechanizmach modelarskich wiemy już bardzo dużo i tylko dla przypomnienia wspomnę, że urządzenie to umożliwia realizację tzw. sterowania proporcjonalnego. Serwo sterowane jest impulsami prostokątnymi o wypełnieniu zmieniającym się w granicach od ok.0,5 do ok.2,5 msek (1...2msek w typowych zastosowaniach modelarskich), a kąt ustawienia wału napędowego serwa uzależniony jest właśnie od długości tych impulsów. Moment obrotowy serwomechanizmu jest bardzo duży i w przypadku serw standardowych dochodzi do kilku kg/cm, a w serwomechanizmach stosowanych w modelarstwie wyczynowym może wielokrotnie przekraczać tą wartość. W modelarstwie stosuje się zwykle kilka serwomechanizmów, ale w przypadku robotów ich ilość może być znacznie większa. Urządzenie, które ma zostać zastosowane do sterowania robotem musi spełniać następujące funkcje:

1. Precyzyjne pozycjonowanie wszystkich serwomechanizmów zastosowanych w sterowanej konstrukcji. Musimy posiadać możliwość kolejnego ustawienia wszystkich ruchomych elementów robota i zapamiętanie długości impulsów dostarczanych do poszczególnych serw w danym kroku pracy urządzenia. Dane muszą zostać zapamiętane w sposób trwały, umożliwiający wielokrotne ich wykorzystywanie

2. Układ musi umożliwiać odtwarzanie zapamiętanych położeń serwomechanizmów w dowolnym, zmienianym przez operatora tempie. Ponieważ nawet wykonanie prostej czynności będzie wymagało zapamiętania bardzo wielu sekwencji stanów serwomechanizmów, pojemność zastosowanej pamięci powinna być bardzo duża
3. Układ powinien zaopatrywać w prąd serwomechanizmy. Maksymalne ich ilość, jaka może być obsługiwana przez projektowany układ wynosi 16, co narzuca konieczność zastosowania zasilacza o odpowiedniej wydajności prądowej. Jest to nie byle jaki problem do rozwiązania, ponieważ nawet standardowe serwo może pobierać prąd do 1A. Nie można też liczyć na to, że serwa po wykonaniu zadanej im czynności pozostając pozornie nieruchomo nie będą pobierać prądu. Wprost przeciwnie: jeżeli serwo porusza np. uniesioną w danym momencie ręką robota, do będzie ono nieustannie zasilane, nawet nie poruszając się.

Sądzę, że zastanowieniu się nad postawionymi założeniami konstrukcyjnymi, wszyscy dojdziemy do wniosku, że najlepszą drogą ich zrealizowania będzie użycie komputera. Wykonywanie „na piechotę" sterownika spełniającego postawione warunki jest wprawdzie możliwe, ale byłby to układ ogromnie skomplikowany i kosztowny. Jeżeli dodamy do tego, że będziemy mogli użyć praktycznie dowolnego komputera wyposażonego w interfejs CENTRONICS, nawet muzealnej „Atki" czy też „Eksciaka", to z pewnością dojdziemy do wniosku, że proponowane przeze mnie rozwiązanie ma także uzasadnienie ekonomiczne. Jeżeli zastosujemy układ sterownika do kierowania np. makietą reklamową, to można nawet pomyśleć o zakupie komputera specjalnie przeznaczonego do jej obsługi. Komputer klasy AT można obecnie nabyć na giełdach i wyprzedażach za sumę z pewnością mniejszą niż koszt elementów potrzebnych do zbudowania „samodzielnego" sterownika.

Jeszcze jednym argumentem przemawiającym za zastosowaniem komputera jest łatwość magazynowania praktycznie dowolnej ilości programów sterujących pracą robotów czy makiet. Nawet na zwykłej dyskietce będziemy mogli zmagazynować informacje pozwalające na wykowanie wielogodzinnego programu.

Alternatywą w stosunku do opisywanego rozwiązania może być zastosowanie systemu mikroprocesorowego. Ja wybrałem komputer, ale jeżeli Czytelnicy opowiedzą się za zbudowaniem sterownika mikroprocesorowego, to sądzę że red. Sławek Surowiński nie pozostanie głuchy na dochodzący go vox populi i coś dla Was wymyśli.

Po tym przydługim wstępie przejdźmy wreszcie do analizy schematu proponowanego układu. Już pierwszy rzut oka na pokazany na **rysunku 1** schemat pozwala stwierdzić, że decyzja o „zapędzeniu do pracy" komputera nie była nieuzasadniona. Do budowy układu realizującego bardzo skomplikowane funkcje zastosowano jedynie sześć, tanich i łatwo dostępnych układów scalonych. Takie właśnie rezultaty daje przeniesienie całej „inteligencji" urządzenia do komputera!

Zakładamy, że wykonane i sprawdzone urządzenie zostało za pośrednictwem kabla drukarkowego połączone z komputerem. Częstotliwość pracy generatora zbudowanego z wykorzystaniem układu NE555 – IC5 została za pomocą potencjometru montażowego PR1 ustawiona na ok. 85kHz. Po dołączeniu zasilania w układzie panuje jeszcze kompletny bałagan i pierwszym zadaniem jakie musi wykonać program, który napiszecie jest jego uporządkowanie. Zaczniemy od wyzerowania licznika IC3A, którego wejście zerujące zostało dołączone do wyjścia STROBE rejestru dwukierunkowego interfejsu CENTRONICS. Możemy tego dokonać za pomocą polecenia, wydanego z poziomu interpretera języka BASIC:

```
REM ZEROWANIE LICZNIKA
ZERO:
OUT &H37A, 12
GOSUB DELAY REM DELAY – pętla
                        opóźniająca
OUT &H37A, 13

RETURN
```

Kolejną czynnością będzie wysłanie na szynę danych interfejsu CENTRONICS liczby, której wartość decydować będzie o kącie ustawienia wału napędowego pierwszego serwomechanizmu. Może to być liczba z zakresu 42...255 (za chwilę wyjaśnimy, skąd się bierze ograniczenie najmniejszej wartości tej liczby. Potrzebną wartość wysyłamy na szynę danych za pomocą polecenia:

```
OUT &H378, x REM x = 42 255
```

Łatwo zauważyć, że wysłana na szynę danych liczba została doprowadzona do wejść programujących dwóch kaskadowo połączonych liczników rewersyjnych IC1 i IC2.

Następną czynnością będzie włączenie generatora z IC5 i rozpoczęcie zliczania przez obydwa liczniki rewersyjne. Wejście zezwolenia generatora zegarowego zostało dołączone do jednego z wyjść przerzutnika R-S zbudowanego z bramek IC6A i IC6B, który obecnie jest wyłączony. Wysłanie do rejestru dwukierunkowego interfejsu polecenia

```
REM IMPULS STARTOWY
LICZNIKÓW
IMPULS:
OUT &H37A, 9
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
RETURN
```

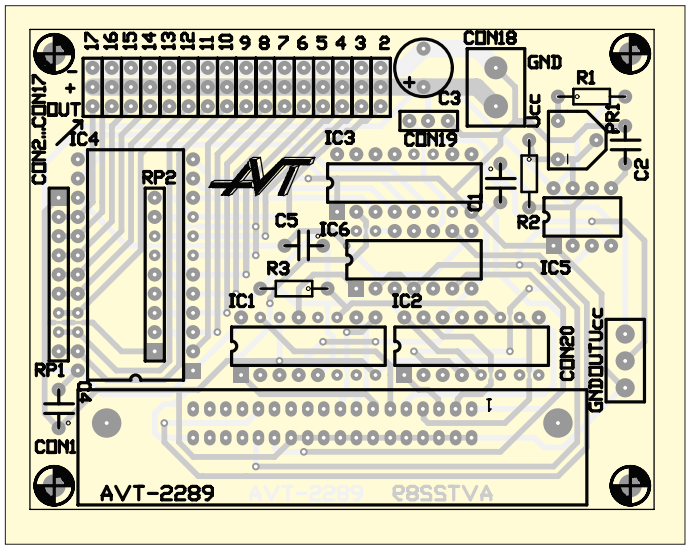
spowoduje wymuszenie na wejściu 6 bramki IC6B stanu niskiego i w konsekwencji włączenie przerzutnika R-S. Jednocześnie na wejścia PE\ liczników dostarczony zostaje krótki impuls ujemny, który powoduje przepisanie danych z wejść J1 J4 do rejestrów liczników i rozpoczęcie zliczania od zadanej liczby w dół. Łatwo obliczyć, że jeżeli wartość liczby wpisanej do rejestrów licznika wynosiła 255, to liczniki osiągną stan zerowy dokładnie po upływie 3msek, co jest czasem trwania najdłuższego impulsu mogącego prawidłowo sterować serwomechanizmem. Jeżeli wartość ta wynosiła 42, do zliczanie zakończy się po 0,5msek, czyli po czasie trwania najkrótszego impulsu sterującego serwo.

Po rozpoczęciu odliczania komputer przechodzi w stan oczekiwania na jego zakończenie, które zostanie zasygnalizowane faktem pojawienia się na wyjściu przeniesienia BO\ licznika IC1 stanu niskiego. Stan niski z tego wyjścia zostanie doprowadzony do wejścia zerującego przerzutnika R-S, powodując jego natychmiastowe wyłączenie. Wejście ERROR\ rejestru wejściowego interfejsu CENTRONICS zostało dołączone do wyjścia 4 przerzutnika i od momentu rozpoczęcia zliczania komputer oczekuje na pojawienie się na nim stanu niskiego. Detekcji tego zdarzenia może służyć pętla programowa mająca następującą postać:

```
REM SPRAWDZANIE ZAKO CZENIA
ODLICZANIA
KONIEC?:
DO
LOOP UNTIL INP(&H379) = 119
RETURN
```

Serwomechanizmy współpracujące z naszym układem zostały dołączone do wyjść oznaczonych na schemacie jako CON2 CON17. Wejścia sterujące serw połączone są z wyjściami multipleksera – demultipleksera IC4. Na wejściu IC4 został na stałe wymuszony stan wysoki, a jego wejście zezwolenia E\ połączone zostało z tym wyjściem przerzutnika R-S, na którym podczas zliczania występuje stan niski.

Przy stanie zerowym licznika IC3A na wyjście 3 złącza CON2 został więc wysłany impuls sterujący pracą pierwszego



Rys. 2. Schemat montażowy

serwomechanizmu, o czasie trwania ściśle proporcjonalnym do wartości liczby podanej na szynę danych komputera. Zmieniając tą wartość możemy z dużą precyzją regulować kąt ustawienia wału napędowego pierwszego serwa.

Jednak tylko w zupełnie wyjątkowych przypadkach zadowolimy się jednym serwomechanizmem. Najczęściej będziemy ich stosowali ca najmniej osiem i dlatego musimy zapoznać się z sposobem sterowania pozostałych układów wykonawczych. Aby wysłać impulsy sterujące do kolejnych serw należy zmienić stan licznika IC3A, a tym samym wysłać impuls sterujący pod kolejny adres. Zmiany stanu licznika dokonujemy za pomocą następującego polecenia:

```
REM WYS ANIE IMPULSU DO LICZNIKA
IMPULS:
OUT &H37A, 5
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
RETURN
```

Po wysłaniu impulsu zegarowego na wejście IC3A powtarzamy opisane wyżej czynności wysyłając impuls do drugiego serwomechanizmu, następnie do trzeciego i tak dalej. Po wysłaniu impulsu do ostatniego z używanych aktualnie serwomechanizmów cykl sterowania kolejnych serw musi się powtarzać – program musi pracować w pętli (patrz u dołu strony)

Jak dotąd mówiliśmy o serwomechanizmach dołączonych do wyjść CON2...CON17 opisywanego układu. Jest to rozwiązanie najprostsze, ale niekiedy dość kłopotliwe. Jeżeli poruszać będziemy stacjonarną makietą, konieczność doprowadzenia do urządzenia kabla drukarkowego łączącego go z komputerem nie będzie szczególnie trudne. Problemy zaczną się dopiero podczas budowy urządzenia będącego w ruchu, które musiałoby ciągnąć za sobą dość ciężki kabel. Dodatkowym utrudnieniem byłby ograniczony zasięg transmisji (w przypadku stosowania interfejsu CENTRONICS dane nie mogą być przesyłane na odległość większą niż kilka metrów). Na szczęście rozwiązanie tego problemu mamy prawie gotowe. Popatrzmy jeszcze przez chwilę na schemat i zwróćmy uwagę na element, o którym jak dotąd nie wspominaliśmy. Jest nim bramka NAND – IC6C, na której wyjściu otrzymujemy dane w postaci szeregowej, zgodnej z protokółem transmisji stosowanym w modelarstwie przy sterowaniu proporcjonalnym. Przypominam, że mamy już gotowy szesnastokanałowy koder i dekoder sterowania proporcjonalnego, opisany w numerze EdW. Koder nie będzie nam na razie potrzebny, ale dekoder dołączony do wyjścia CON19 naszego sterownika zapewni możliwość transmisji szeregowej danych, wykorzystującej jedynie dwa przewody lub kanał łączności na podczerwieni lub radiowy.

Jeżeli stosować będziemy transmisję szeregową, to po zakończeniu wysyłania impulsów do kolejnych serwomechanizmów, należy wysłać na wyjście układu impuls o długości co najmniej 10msek, który umożliwi zsynchronizowanie pracy naszego sterownika z dekoderem (szczegóły w wspomnianym wyżej numerze EdW). Możemy to uczynić przez podanie na wyjście AUTO rejestru dwukierunkowego niskiego poziomu logicznego (podczas przesyłania danych musi tam być stan wysoki) lub inną metodą programową.

Wiecie co, Moi Drodzy? Może to nieskromne, ale jestem z siebie bardzo zadowolony! Wydaje mi się, że „wycisnąłem" z tego prostego urządzenia naprawdę wiele i sądzę, że okaże się ono dla Was naprawdę użyteczne!

Nie jestem programistą, a właściwie jestem bardzo marnym programistą. Niemniej napisałem prosty program w języku BASIC, który może posłużyć do przetestowania wykonanego urządzenia i może stanowić bazę do pisania bardziej skomplikowanych programów. Program ten, wraz z kodem źródłowym znajdować się będzie na dyskietce dołączonej do kitu.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została przedstawiona mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie dwustronnym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu nie wymaga jakichkolwiek komentarzy, wszystkie czynności musimy wykonać w typowy, wielokrotnie już opisywany na łamach EdW sposób. Pod układy scalone należy zastosować podstawki, a szczególnie pod układ IC4. Wewnątrz podstawki tego układu umieszczony jest bowiem jeden z R-PACK ów, który musimy wlutować w płytkę w pierwszej kolejności. Jedyną czynnością regulacyjną będzie ustawienie za pomocą potencjometru montażowego PR1 częstotliwości na wyjściu IC5. Częstotliwość ta powinna wynosić ok. 85kHz. Jeżeli nie posiadamy miernika częstotliwości, to regulacji możemy dokonać metodą prób i błędów. Dołączamy do pierwszego wyjścia (CON2) serwomechanizm i z poziomu interpretera dowolnego dialektu języka BASIC uruchamiamy następujący program:

```
CLS
OUT &H37A, 12
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
DO
OUT &H378, 255
OUT &H37A, 9
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
GOSUB KONIEC
LOOP UNTIL INKEY$ <> „"
END
KONIEC:
DO
LOOP UNTIL INP(&H379) = 119
FOR m = 1 TO 25: NEXT m
RETURN
DELAY:
FOR R = 1 TO 1000
NEXT R
RETURN
```

```
FOR D = 1 TO I  REM I – ILO   ZASTOSOWANYCH SERWOMECHANIZMÓW
OUT &H378, A(D)
REM A(D) LICZBY OKREŚLAJĄCE POŁOŻENIE KOLEJNYCH SERW
GOSUB START
GOSUB KONIEC
GOSUB IMPULS
NEXT D
```

SERWOMECHANIZMY MODELARSKIE JUŻ W OFERCIE HANDLOWEJ AVT!

Dane techniczne standardowego serwomechanizmu firmy HITEC typu HS300

Napięcie zasilania:	typowe, 4,8...6VDC
Kąt obrotu przy sterowaniu typowymi impulsami (1 2msek):	60˚
Kąt obrotu przy sterowaniu impulsami 0,5...3msek:	190˚

Zamówienia prosimy kierować do Działu Handlowego AVT.

Następnie za pomocą potencjometru montażowego PR1 ustawiamy serwo w krańcowym położeniu.

Omówmy teraz to, na co z pewnością wielu Czytelników czeka z niecierpliwością: budowę maszyny kroczącej. Opis ten będzie z konieczności ogólnikowy, ale sądzę że po dokładnym przyjrzeniu się zdjęciom poradzicie sobie z tą prostą mechaniką. Bynajmniej zresztą nie namawiam do naśladowania wykonanej przeze mnie konstrukcji, mam nadzieję, że większość moich Kolegów przewyższa mnie wyobraźnią i wykona własne, niecodzienne konstrukcje wykorzystujące opisany sterownik.

Na początek zadajmy sobie jedno pytanie: czy budowanie tak skomplikowanych i kosztownych urządzeń jak maszyny kroczące ma sens i jakie może być praktyczne zastosowanie wykonanej konstrukcji? Odpowiedź na pytanie o zastosowanie praktyczne będzie miażdżąca: takie urządzenia nie mają obecnie i z pewnością jeszcze długo nie będą miały jakiegokolwiek zastosowania praktycznego. Co jednak odpowiedzieć na pytanie o sens budowania tych maszyn? Tak, z pewnością ma to sens, tak jak każda działalność eksperymentatorska. Brak praktycznego zastosowania jakiegoś urządzenie nie oznacza bowiem, że nie należy się nim zajmować. Ciekawe, co odpowiedzieliby bracia Wright zapytani o praktyczne zastosowanie pewnej opracowanej przez nich i spotykającej się z ironicznymi kpinami, konstrukcji?

Szczegóły budowy wykonanej przeze mnie maszyny kroczącej widoczne są bardzo wyraźnie na zdjęciach, a w następnym numerze EdW znajdziecie pokazane kształtki potrzebne do jej wykonania, które możecie nabyć w ofercie handlowej AVT.

Co do samej budowy maszyny mogę podać Wam tylko jedną, ale za to bardzo użyteczną wskazówkę. Jeżeli zdecydujecie się na budowę maszyny wyposażonej w 4 nogi, takiej samej lub podobnej do przedstawionej na zdjęciach, to napotkacie na pewien problem konstruktorski. Aby wykonać krok maszyna taka musi kolejno odrywać nogi od podłoża i przesuwać je. Tak więc chwilami urządzenie będzie miało tylko trzy punkty podparcia, co przy centralnym położeniu środka ciężkości może być i najczęściej jest stanem niestabilnym. Krótko mówiąc, maszyna będzie „walić się na pysk" przy próbie uniesienia nogi. Rozwiązanie problemu jest stosunkowo proste, a to dzięki możliwości zastosowania nieocenionych dla konstruktora serwomechanizmów. Należy po prostu zainstalować na płycie nośnej maszyny jeszcze jeden serwomechanizm, na którego wale mimośrodowo zamocowane jest stosunkowo duże obciążenie. Takim obciążeniem mogą być np. cztery akumulatorki NiCd umieszczone w typowym koszyku na bateryjki i służące do zasilania maszyny. Przed uniesieniem przez maszynę prawej nogi serwo przesuwa obciążenie na lewą stronę, a przed uniesieniem lewej – na prawą stronę. Takie rozwiązanie skutecznie zabezpiecza przed przewróceniem się czworonoga i może być także zastosowane przy eksperymentach z maszynami dwunożnymi. Czy wymyśliliśmy coś nowego, jakąś rewelacyjną koncepcję urządzenia pomagającego zachować równowagę? Nic podobnego, Matka Natura wymyśliła to już miliony lat temu. Wystarczy poobserwować poruszające się zwierzęta, a także ludzi. Przecież chodząc czy biegając także nieustannie balansujemy ciałem przesuwając środek ciężkości, co zabezpiecza nas przed przewróceniem się (bywają wprawdzie sytuacje, kiedy nie zabezpiecza, ale mam nadzieję że żaden z moich Czytelników nie znalazł się w takim stanie).

Na zakończenie chciałbym poruszyć jeszcze sprawę zasilania maszyny kroczącej oraz innych urządzeń wykorzystujących dużą ilość serwomechanizmów. Jak już wspomniałem, maksymalnie obciążone serwa pobierają dość duży, dochodzący niekiedy do 1A, prąd. Tak więc jeżeli w naszej maszynie zastosujemy 9 serwomechanizmów, to musimy się liczyć z chwilowym poborem prądu do ok. 7...8A i takie obciążenie musi wytrzymać układ zasilający. Moim zdaniem, budowa zasilacza o takich parametrach nie zawsze będzie celowa, a tańszym i prostszym rozwiązaniem może być zastosowanie okresowo doładowywanego akumulatora, ze względu na cenę najlepiej kwasowego – niewylewnego.

Jeżeli jednak zdecydujemy się na zastosowanie zasilacza sieciowego, to warto tu wspomnieć o pewnej, niezwykle interesującej możliwości zdobycia zasilacza +5VDC/20A, +12VDC/8A, -5VDC/0,3A i -12VDC/0,3A, który możemy kupić za niewielką sumę pieniędzy lub uzyskać z demontażu przestarzałej obudowy komputera PC. Ze względu na rosnącą popularność płyt głównych standardu ATX temat „zagospodarowania" wycofywanych z użycia obudów do PC staje się coraz bardziej aktualny i postaram się szerzej omówić go w najbliższym czasie. Wizja zdobycia zasilacza o podanych parametrach za ok. 50zł, lub za darmo wydaję się dość interesująca! Polecam stosowny projekt w tym numerze EdW.

Kolegom zainteresowanym tematem robotyki polecam także lekturę jednego z najbliższych numerów Elektroniki Praktycznej, w którym zostanie zamieszczony opis w pełni już funkcjonalnego urządzenia: ręki robota, zbudowanej także z wykorzystaniem serwomechanizmów modelarskich. To nie jest już tylko eksperyment, zbudowane przeze mnie urządzenie potrafi wykonywać pewne czynności praktyczne (np. nalewać piwo, rzecz jasna bezalkoholowe).

Jeszcze **jedna, bardzo ważna** uwaga praktyczna! **Opisany sterownik należy połączyć z komputerem za pomocą** kabla przeznaczonego do drukarek laserowych! Drukarki igłowe i większość drukarek atramentowych nie wykorzystywały wyjścia AUTO\ portu CENTRONICS i „oszczędni" producenci kabli drukarkowych po prostu pozostawiali je nie podłączone. Oczywiście, uwaga ta odnosi się także do wszystkich urządzeń wykorzystujących wyjście AUTO\. Ja sam nie wiedziałem do niedawna o braku tego połączenia w typowym kablu drukarkowym i podczas uruchamiania jednego z układów no, powiedzmy, „trochę" się pomęczyłem.

Typowy kabel drukarkowy możemy wykorzystywać jedynie w przypadku, kiedy nie wykorzystywać będziemy opcji transmisji szeregowej danych. **Należy jednak wtedy dołączyć wejście** 9 bramki IC6C **do plusa zasilania.**

Zbigniew Raabe

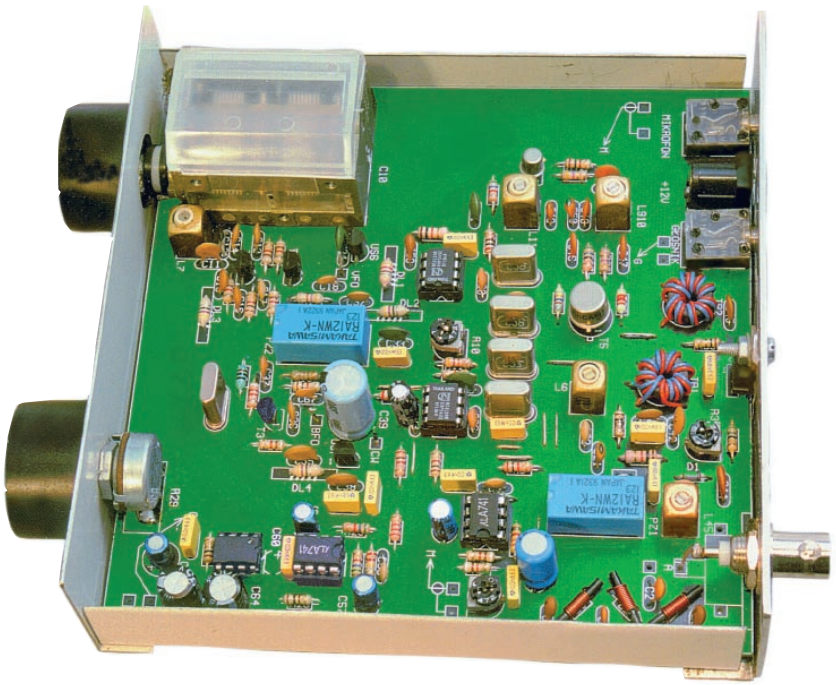
Wykaz elementów

Rezystory
- PR1: 220kΩ
- RP1, RP2: R-PACK SIL 2,2...10kΩ
- R1, R3: 10kΩ
- R2: 33kΩ

Kondensatory
- C1: 100pF
- C2: 10nF
- C3: 1000µF/10
- C4: 100nF
- C5: 1nF

Półprzewodniki
- IC1, IC2: 40193
- IC3: 4520
- IC4: 4067
- IC5: NE555
- IC6: 4011

Pozostałe
- CON1 : złącze CENTRONICS 36 pinów lutowane w płytkę
- CON2 CON17, CON19: 3x goldpin
- CON18: ARK2



Transceivery SSB

część 2

W poprzednim numerze zostało już wyjaśnione, co to jest transceiver, a także, przy okazji, przedstawiono niezbędne wiadomości o technice jednowstęgowej SSB.

Dla tych, którzy nie czytali tego numeru EdW i nie mieli do czynienia z transceiverami SSB należy podać, że będzie mowa o urządzeniu nadawczo-odbiorczym, przy pomocy którego można z wykorzystaniem fal radiowych prowadzić łączności techniką jednowstęgową w podstawowym pasmie amatorskim fal krótkich.

Warto wiedzieć, że choć w kraju nie produkuje się takich urządzeń masowo, to są one do nabycia (zarówno na pasmo KF jak i UKF) w wielu firmach zajmujących się sprowadzaniem sprzętu radiokomunikacyjnego. Do najbardziej znanych producentów takiego sprzętu, którzy co roku starają się wypuszczać na rynek nowy model (nieraz kilka), należą firmy japońskie: Kenwood, Yaesu, Icom, Alinco. Urządzenia te są niestety bardzo skomplikowane i nie tanie.

Wszystkim, którym zależy na uruchomieniu się w popularnym pasmie 80m emisją jednowstęgową, z niewielką mocą, na własnoręcznie wykonanym, prostym urządzeniu - z przyjemnością polecamy układ opisany poniżej. Sądzić należy, że za konstruowanie tego urządzenia wezmą się zarówno młodzi radioamatorzy jak i ci, którzy mają już sprzęt większej mocy, a chcieliby mieć urządzenie niewielkich wymiarów, takie, aby można było popracować np. podczas urlopu czy wakacji.

Jeszcze jedno, bodaj najważniejsze (dla mniej wtajemniczonych): używanie takich urządzeń, pomimo że charakteryzują się one niewielką mocą, musi być poprzedzone uzyskaniem licencji krótkofalarskiej kategorii I. Z tego względu na początku polecamy wykonać układ ograniczony do części odbiorczej, a dopiero po osłuchaniu się na pasmie i zdobyciu licencji - uzupełnienie elementów wchodzących w skład części nadawczej. Niezbędne informacje na temat zasad składania egzaminów na uprawniienia operatorskie - ABC początkującego krótkofalowca - zostały zamieszczone m.in. w miesięczniku Świat Radio 3/98.

Jeżeli jednak ktoś będzie chciał wypróbować stronę nadawczą urządzenia nie mając jeszcze do tego uprawnień - może to uczynić pod okiem doświadczonego krótkofalowca w jakimś klubie łączności, oczywiście wyposażonym w antenę na pasmo 80m.

Opis układu

Przedstawiony w tej części artykułu opis wykonania minitransceivera o nazwie Antek jest kontynuacją wersji minitransceivera Bartek zaprojektowanej i wykonanej po raz pierwszy przez autora około 20 lat temu.

Przystępując do projektowania transceivera autor postawił sobie zadanie, aby wykonać bardzo proste urządzenie nadawczo-odbiorcze niewielkich wymiarów z wykorzystaniem dostępnych elementów, minimalizując liczbę nawijanych cewek oraz eliminując stosowania drogiego filtru kwarcowego SSB.

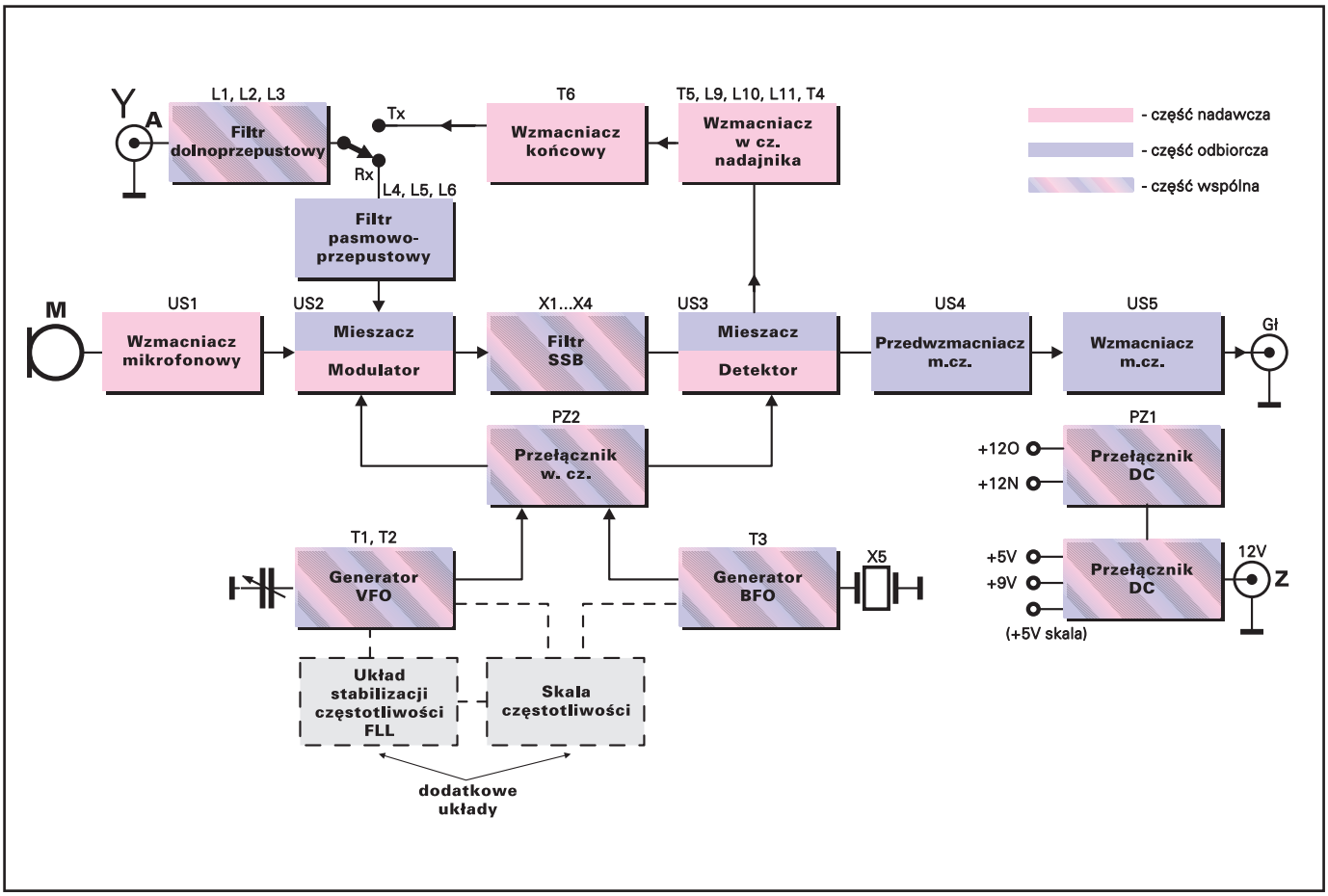
Chodziło autorowi o uzyskanie prostego transceivera SSB w zakresie częstotliwości 3,5...3,8MHz o parametrach zbliżonych do wspomnianego Bartka.

Schemat blokowy urządzenia przedstawiono na rysunku 1. Widać tutaj duże podobieństwo do przedstawionej miesiąc temu struktury transceivera Atlas czy do opisywanego w Radioelektroniku 4-5/82 minitransceivera Bartek.

Podstawowa różnica w stosunku do tamtych układów polega na zastosowaniu w pośredniej częstotliwości filtru kwarcowego w układzie drabinkowym, zestawionego z czterech rezonatorów o identycznych częstotliwościach i zamiast dwóch nie produkowanych już układów scalonych UL1242 (TBA 120S) - nowoczesnych układów scalonych NE612 firmy Philips, wykorzystywanych już w kilku układach AVT.

Dla przypomnienia podajemy, że układy te zawierają wewnątrz struktury mieszacz i generator. Napięcie zasilania NE612 może zawierać się w granicach 4,5...9V, zaś maksymalna częstotliwość pracy tych układów przekracza 500MHz (minimalna częstotliwość pracy wewnętrznego oscylatora wynosi około 200MHz). Są to parametry na tyle zachęcające, że można w przyszłości pokusić się o konstrukcję urządzenia SSB na wyższe pasmo KF, a nawet na UKF, po zastosowaniu m.in. stabilnego układu generatora przestrajanego.

Podstawową cechą przedstawionego układu blokowego jest wspólne wykorzystanie podczas odbioru oraz nadawania



Rys. 1

mieszaczy/modulatorów NE612, filtru SSB, generatora VFO oraz generatora BFO, a także antenowego filtru dolnoprzepustowego i przełącznika w.cz. do zamiany sygnałów VFO i BFO.

Schemat elektryczny minitransceivera Antek przedstawiono na rysunku 2. Wykorzystano w nim wiele rozwiązań sprawdzonych w opisywanych przez autora kitach AVT-157, AVT-357, AVT-2196.

Poniżej podamy w skróconej formie drogę sygnału w czasie odbioru, a następnie przy nadawaniu.

Odbiór

Podczas odbioru odfiltrowany sygnał z anteny za pośrednictwem trójsekcyjnego filtru dolnoprzepustowego L1...L3 oraz dwuobwodowego filru pasmowoprzepustowego L4...L6 jest podawany na pierwsze wejście mieszacza US2-NE612. Filtr dolnoprzepustowy, wykorzystywany zazwyczaj tylko podczas nadawania, zmniejsza także poziom sygnałów wejściowych odbiornika o częstotliwościach powyżej 5MHz. Filtr pasmowoprzepustowy o zakresie pracy 3,5 do 3,8MHz jest dopasowany od strony anteny za pośrednictwem uzwojenia wtórnego L4. Ponieważ impedancje wejściowa układów NE612 wynosi około 1,5kΩ, można było podać sygnał wejściowy bezpośrednio z uzwojenia L6 tego filtru.

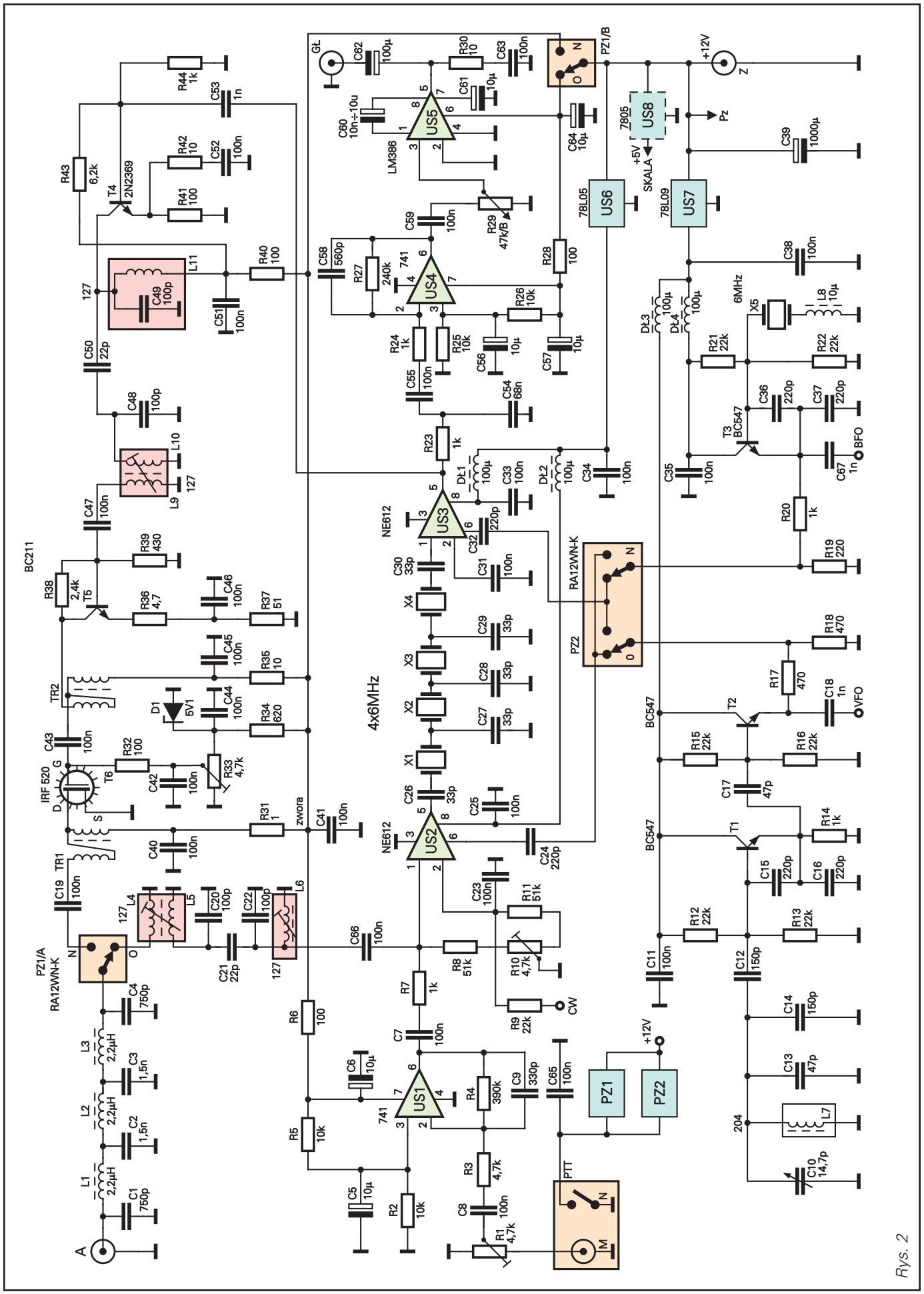
Na drugie wejście mieszacza jest kierowany sygnał z przestrajanego generatora VFO o częstotliwości w zakresie 9,5-9,8MHz. Sygnał wyjściowy z układu scalonego, będący różnicą obydwu składowych, poprzez filtr SSB o częstotliwości środkowej około 6MHz, jest podany na kolejny układ NE612, pracujący podczas odbioru jako wzmacniacz p.cz. i detektor SSB. Zamiast gotowego filtru SSB (niestety drogiego i trudnego do zdobycia) zastosowano filtr kwarcowy w układzie drabinkowym zestawiony z rezonatorów o częstotliwości 6MHz. Pasmo przenoszenia takiego filtru (przy zastosowaniu czterech typowych rezonatorów 6MHz bez dobierania) i kondensatorów po 33pF wynosi około 2kHz (przy -3dB).

Na drugie wejście detektora US3 jest podawany sygnał z generatora BFO o częstotliwości 5,9998MHz. Sygnał wyjściowy, będący różnicą doprowadzonych częstotliwości składowych, jest podawany na przedwzmacniacz małej częstotliwości US4 - 741 i dalej, poprzez potencjometr siły głosu R29, do wzmacniacza końcowego LM386, a następnie do głośnika lub słuchawek. Kształtowanie charakterystyki sygnału m.cz. w zakresie 0,3-3kHz zapewniają elementy RC na wejściu układu wzmacniacza operacyjnego (R23 C54 C55 R24) oraz w pętli sprzężenia zwrotnego (R27 C58). Kondensator C60 dołączony do układu LM386 ustala maksymalne wzmocnienie m.cz. i powinien być dobrany indywidualnie podczas uruchamiania urządzenia w taki sposób, aby nie następowało sprzężenie m.cz. podczas ustawienia pokrętła regulacji siły głosu w skrajne prawe położenie.

Ważnymi elementami minitransceivera, obok wspomnianego wcześniej filtru jednowstęgowego, są generatory VFO i BFO, bowiem one decydują nie tylko o zakresie częstotliwości pracy układu, ale także o jakości sygnału SSB (odbieranego i nadawanego).

Do zasilania układów scalonych US2 i US3 wykorzystano napięcie 5V pochodzące ze stabilizarora US6, zaś do zasilania generatorów - napięcie 9V otrzymane z układu scalonego US7. Dodatkowy stabilizator napięcia 5V (opcja US8) jest zaplanowany jako zasilacz programowanej skali cyfrowej umożliwiającej wyświetlenie wartości częstotliwości pracy minitransceivera.

Generator VFO jest jednym z układów trudniejszych w realizacji z powodu konieczności zapewnienia dużej stabilności częstotliwości, która - jak wiemy - jest jednym z podstawowych warunków poprawnej pracy emisją SSB: odstrojenie sygnału o kilkaset Hz spowoduje zauważalną nieczytelność sygnału. Częstotliwość pracy generatora VFO zależy od zakresu pracy transceivera. Dla planowanego zakresu


A
L1 2,2µH
C1 750p
L2 2,2µH
C2 1,5n
L3 2,2µH
C3 1,5n
C4 750p
PZ1/A
RA12WN-K
C19 100n
TR1
C40 100n
IRF 520
T6
C43 100n
TR2
R32 100
R33 4,7k
C42 100n
D1 5V1
C44 100n
R34 620
C45 100n
R35 10
R36 4,7
C46 100n
R37 51
R38 2,4k
T5
BC211
R39 430
C47 100n
L9
L10
127
C48 100p
C50 22p
C49 100p
L11
127
R40 100
C51 100n
R41 100
R42 10
C52 100n
R43 6,2k
T4
2N2369
R44 1k
C53 1n
R31 1
zwora
C41 100n
C21 22p
L4
L5
L6
127
C20 100p
C22 100p
C66 100n
R6 100
R5 10k
C5 10µ
R2 10k
C6 10µ
US1
741
R7 1k
C7 100n
R8 51k
R10 4,7k
R9 22k
CW
R4 390k
C9 330p
C65 100n
R3 4,7k
C8 100n
R1 4,7k
PTT
PZ1
PZ2
+12V
C23 100n
R11 51k
C24 220p
C25 100n
C26 33p
X1
X2
X3
X4
C27 33p
C28 33p
C29 33p
C30 33p
C31 100n
NE612
US2
US3
NE612
C32 220p
C33 100n
Dł1 100µ
Dł2 100µ
C34 100n
R23 1k
C54 68n
C55 100n
R24 1k
R25 10k
C56 10µ
C57 10µ
R26 10k
R27 240k
C58 560p
US4
741
C59 100n
R29 47k/B
R28 100
C60 10n÷10u
LM386
US5
C61 10µ
C62 100µ
R30 10
C63 100n
Gł
PZ1/B
C64 10µ
US6
78L05
US7
78L09
US8
7805
+5V
SKALA
Pz
+12V
Z
C39 1000µ
C38 100n
Dł3 100µ
Dł4 100µ
6MHz
X5
L8 10µ
R21 22k
R22 22k
C36 220p
C37 220p
T3
BC547
C67 1n
BFO
C35 100n
R20 1k
R19 220
RA12WN-K
PZ2
R18 470
R17 470
C18 1n
VFO
BC547
T2
R15 22k
R16 22k
C17 47p
BC547
T1
R14 1k
C15 220p
C16 220p
R12 22k
R13 22k
C11 100n
C12 150p
C14 150p
C13 47p
204
L7
C10 14,7p
4x6MHz

Rys. 2

pasma 80m (3,5-3,8MHz) powinna to być wartość mieszcząca się w zakresie 9,5-9,8MHz. Łatwo zauważyć, że przy mieszaniu sumacyjnym, przy zastosowaniu częstotliwości VFO 8,0-8,35MHz, można w prezentowanym układzie uzyskać pasmo 20m, czyli zakres 14,0-14,35MHz (USB). W naszym minitransceiverze zastosowano bardzo uproszczony układ VFO wykonany na dwóch tranzystorach T1, T2 (2xBC547). Tranzystor T1 pracuje w układzie generatora Seilera, zaś T2 to typowy wtórnik emiterowy spełniający rolę separatora. Jako indukcyjność generatora wykorzystano pierwotne uzwojenie filtru 7x7 o numerze 204, które ma indukcyjność około 1µH. Z jedną sekcją kondensatora zmiennego typu ELTRA o pojemności około 14pF i wartościami innych kondensatorów podanych na schemacie, VFO pokrywa wymagany zakres 9,5-9,8Hz jeszcze z niewielkim zapasem. Ponieważ przekładnia na osi kondensatora o przełożeniu wynoszącym 3:1 jest nieco za mała do precyzyjnego wstrojenia się na odbieraną stację, warto zrezygnować z tej części pasma, na której może nam mniej zależeć. Można na przykład odpowiednio zmniejszyć pojemność kondensatora zmiennego tak, aby ograniczyć zakres pracy do 3,65-3,8MHz, czyli do części SSB pasma. Zmniejszenia pojemności można dokonać przez rozgięcie rotora przy pomocy wkrętaka, którym poprzez delikatne wsuwanie pomiędzy płytki rotora kondensatora zwiększamy odstęp pomiędzy płytkami, a tym samym zmniejszamy wypadkową pojemność kondensatora zmiennego. W takim przypadku jednemu obrotowi osi kondensatora będzie odpowiadała zmiana częstotliwości 50kHz, tak więc trzy obroty dadzą 150kHz, co będzie łatwe do zapamiętania, ponieważ można dokładnie ustawić przestrajanie VFO, aby przy wkręconym rotorze zaznaczyć początek, pasma czyli 3,65MHz, po pierwszym obrocie 3,7MHz, a po następnym obrocie 3,75MHz i w drugim skrajnym położeniu, czyli przy wykręconym rotorze, 3,8MHz.

W jednym z kolejnych numerów EdW zostanie przedstawiona skala częstotliwości i wtedy takie kombinacje mechaniczne nie będą potrzebne, tym niemniej może ktoś z czytelników z nich skorzysta.

Generator BFO, jak już podawaliśmy, jest także podwójnie wykorzystywany, a konkretnie: do odbioru jako dodatkowy układ do demodulacji sygnału SSB i jako generator fali nośnej podczas nadawania. W tym przypadku wystarczył układ z jednym tranzystorem T3 - BC547, w którym w pętlę dodatniego sprzężenia zwrotnego włączono piąty rezonator kwarcowy X5 o identycznej częstotliwości, jak w filtrze drabinkowym. Poprzez włączenie w szereg z rezonatorem cewki L8 (w rozwiązaniu modelowym jest nią dławik o indukcyjności 10µH) uzyskano obniżenie częstotliwości rezonatora o 200Hz, czyli w konsekwencji uzyskano częstotliwość BFO o wartości 5,9998MHz. Chodziło tutaj o przesunięcie częstotliwości nośnej na lewe dolne zbocze charakterystyki filtru kwarcowego w celu uzyskania górnej wstęgi bocznej (USB). Chcąc przesunąć częstotliwość BFO na górne zbocze charakterystyki filtru, w celu uzyskania dolnej wstęgi bocznej, należy w miejsce dławika wstawić trymer o pojemności około 20pF.

Po omówienu układów generatorów - wypada wspomnieć o przełączniku w.cz., czyli takim elemencie, który służy do zamiany doprowadzeń sygnałów generatorów. Chodzi o to, aby podczas odbioru do układu US1 dochodził sygnał VFO, zaś do US2 sygnał BFO, a podczas nadawania - było odwrotnie (do US1 dochodził BFO a do US2-VFO).

W rozwiązaniu modelowym posłużono się przełącznikiem mechanicznym w postaci miniaturowego przekaźnika. Lepiej byłoby wykorzystać przełącznik elektroniczny, ponieważ - przy odpowiedniej konstrukcji - może on zapewnić lepszą separację sygnałów od przekaźnika. Ten ostatni - ze względu na pojemności międzystykowe - nie jest idealnym elementem z punktu widzenia w.cz.

Do styków przełączających przekaźnika są doprowadzone sygnały z generatorów poprzez dzielniki rezystorowe zapewniające poziomy napięć w.cz. w granicach 300mV, jako wejściowe wartości optymalne układów NE612.

Nadawanie

Przekaźniki PZ1 i PZ2 przełączają urządzenie z odbioru na nadawanie z chwilą naciśnięcia przycisku PTT przy mikrofonie (podanie napięcia 12V na cewki przekaźników). PZ1/A służy do przełączania anteny z filtru dwuobwodowego na stopień końcowy w.cz., zaś PZ1/B - do podawania napięcia na układy odbiornika i nadajnika. Obydwie sekcje PZ2 są wykorzystane do przełączania sygnałów VFO i BFO (zamieniają je miejscami, doprowadzając do nóżek 6 układów NE612). Użyto tutaj dwóch przekaźników na 12V typu RA12WN-K.

Podczas nadawania sygnał ze wzmacniacza mikrofonowego US1 jest podawany poprzez dwójnik C7 R7 na pierwsze wejście modulatora US1, zaś sygnał generatora fali nośnej BFO - na drugie wejście tego układu. Wzmacniacz mikrofonowy jest zrealizowany na układzie operacyjnym 741 w identyczny sposób, jak przedwzmacniacz odbiornika. Również i w tym przypadku dwójnik R4 C9 służy do obniżenia wzmocnienia powyżej 3kHz. Poziom sygnału m.cz. jest regulowany za pośrednictwem potencjometru montażowego R1. W momencie pojawienia się sygnału akustycznego na wyjściu modulatora (nóżka 5) pojawia się fala nośna. Do równoważenia modulatora przewidziano potencjometr montażowy R10 włączony w szereg z rezystorami ograniczającymi R8 R11. Rezystor R9 służy do zachwiania równowagi modulatora z chwilą zwarcia jego wolnej końcówki do masy. W konsekwencji wywołuje to pojawienie się fali nośnej na wyjściu modulatora. Fakt ten jest wykorzystywany podczas strojenia nadajnika oraz do pracy telegrafią (CW).

Kierunek przebiegu sygnału w.cz. nadajnika jest taki sam, jak przy odbiorze. Sygnał DSB z wyjścia modulatora jest podany na filtr kwarcowy, na wyjściu którego pojawia się górna wstęga boczna (przy założonym mieszaniu różnicowym).

Oczywiście na wyjściu US3 występuje suma i różnica częstotliwości składowych doprowadzonych do jego wejść, jak w każdym mieszaczu. Po wzmocnieniu sygnału w układzie z tranzystorem T4 znajdujący się w obwodzie kolektora filtr dwuobwodowy L11...L9 zestrojony na wymagane pasmo 3,5-3,8MHz (identyczny jak w odbiorniku) ustala właściwy zakres pracy i wstęgę.

Obok filtracji sygnałów niepożądanych jednym z najważniejszych parametrów wzmacniacza nadajnika SSB jest jego liniowość. Niewielki poziom wyjściowego sygnału SSB (kilkaset mV na L9) zmusił do stosowania dwustopniowego układu wzmacniacza. Tranzystor T5 pełni funkcję drivera i przy zastosowaniu popularnego tranzystora BC211 zapewnia około 200mW mocy. Rezystory R38 i R36 wprowadzają niewielkie ujemne sprzężenie zwrotne wpływające pozytywnie na liniowość układu. Dopasowanie drivera do wzmacniacza mocy zrealizowano za pośrednictwem transformatora bifilarnego TR2.

W stopniu końcowym mocy użyto tranzystora MOSFET typu IRF520, który, choć bywa stosowany w przetwornicach i wzmacniaczach m.cz., tutaj spełnił doskonale swoją rolę zapewniając moc wyjściową nadajnika około 2W praktycznie bez zniekształceń. Oczywiście poprawną pracę układu osiągnięto poprzez ustawienie właściwego punktu pracy stopnia za pośrednictwem potencjometru montażowego R33. Dopasowanie obwodu drenu tranzystora do dolnoprzepustowego filtru antenowego zapewniono poprzez bifilrany transformator TR1, który ma co prawda taką samą konstrukcję, jak TR2, jednak jest włączony w przeciwnym kierunku, to znaczy wpływa na podwyższenie impedancji wyjściowej.

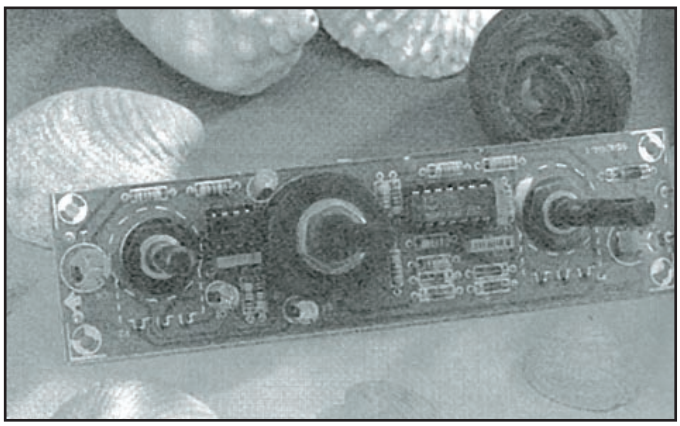
Andrzej Janeczek SP5AHT

c.d. w następnym numerze

ELEKTOR w EdW

Tani generator funkcyjny
Low-cost-Funktionsgenerator

Projekt: G. Baars



Prosty, tani i całkowicie wystarczający do typowych zastosowań m.cz. - oto w skrócie najistotniejsze cechy prezentowanego miniprojektu. Zależnie od wyboru, na wyjściu daje sygnał sinusoidalny, trójkątny lub prostokątny o częstotliwości z zakresu od 1kHz do prawie 15kHz, przy czym daje się ustawić poziom wyjściowy pomiędzy 0 i 10V (międzyszczytowo). Nie wymaga specjalnych podzespołów, tak że budowę można rozpoczynać bez zbytnich przygotowań.

Działanie układu można opisać dość szybko. Dwa szeregowo połączone inwertery pracują jako bufory, przy czym sprzężenie z R2 i R3 służy do wytworzenia histerezy. Następny inwerter układu scalonego 4069U IC1f, w połączeniu z R1, P1 i C1, pracuje jako integrator, którego stała czasowa jest ustawiana potencjometrem. Integrator, razem ze wspomnianym wcześniej buforem z histerezą (IC1a, IC1b), tworzy oscylator, przy czym częstotliwość jest określona przez stałą czasową integratora, a zatem przez ustawienie potencjometru P1.

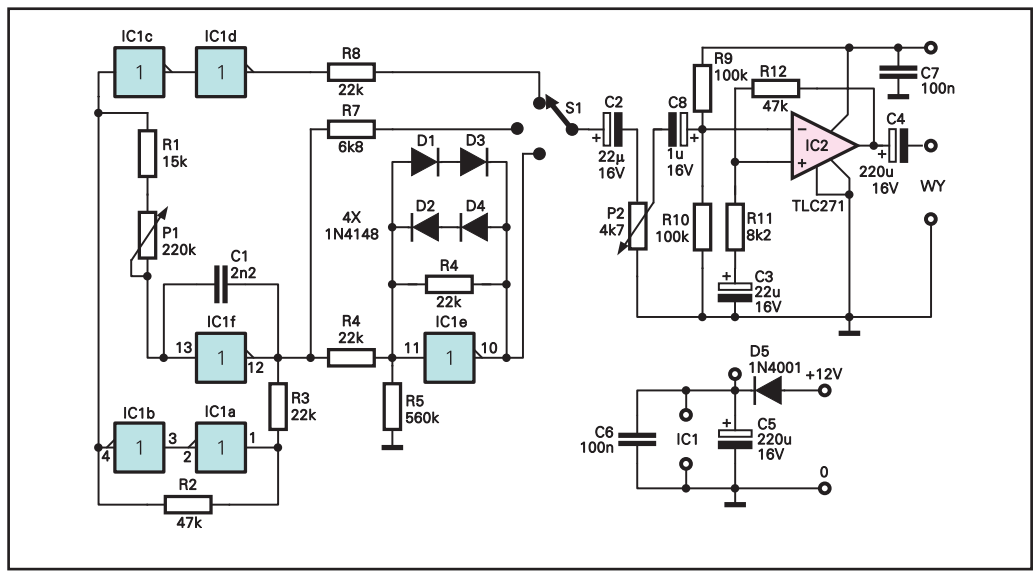
Na wyjściu integratora pojawia się trójkątny przebieg napięcia, a na wyjściu IC1b - przebieg prostokątny, który jest jeszcze buforowany przez IC1c i IC1d zanim dotrze do przełącznika wyboru kształtu przebiegu wyjściowego S1. Sygnał trójkątny dochodzi do drugiego styku przełącznika S1 poprzez R7. Jednocześnie, trójkątny sygnał z wyjścia IC1f dociera do obwodu formowania kształtu sinusoidalnego, złożonego z IC1e, R4, R6, R5 i diod D1...D4. Sygnał wyjściowy tego obwodu jest doprowadzony do trzeciego styku przełącznika S1.

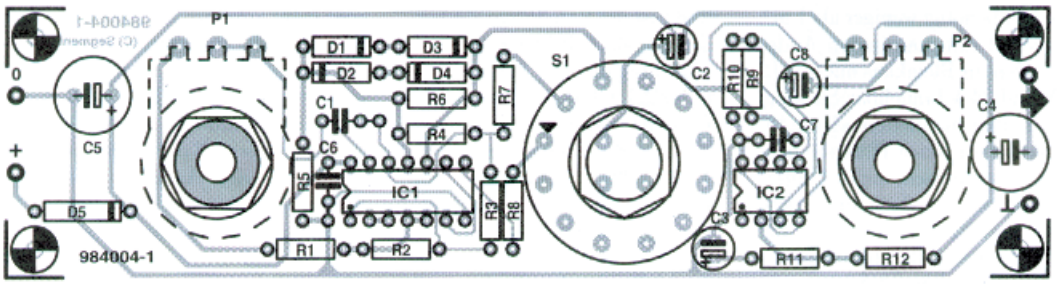
Ponieważ sygnały o trzech kształtach mają różne amplitudy, przy czym amplituda sinusoidalnego jest najmniejsza, muszą przynajmniej w przybliżeniu zostać wyrównane zanim dotrą do wyjścia poprzez wzmacniacz IC2. Jest to zapewnione prze odpowiedni dobór wartości wymienionych wcześniej rezystorów R7 i R8, które dla sygnału trójkątnego i prostokątnego tworzą dzielniki napięcia z potencjometrem P2, gdy odpowiedni sygnał zostanie dołączony do P2 przez S1. Potencjometr ten służy zresztą do ustawiania poziomu sygnału na wyjściu generatora funkcyjnego.

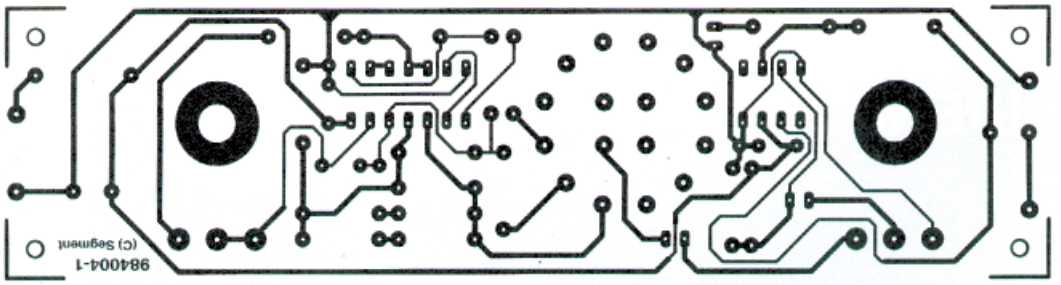
Wzmacniacz operacyjny TLC271 jest ustawiony na wzmocnienie 6,7 dla osiągnięcia maksymalnego międzyszczytowego poziomu wyjściowego (bez obciążenia) około 10V. Wyjście może być obciążone impedancją minimum 600Ω.

Generator funkcyjny jest zasilany stabilizowanym napięciem 12V. Pobór prądu zależy nieco od obciążenia wyjścia i wynosi około 20mA.

Elementy obsługowe, mianowicie P1 do ustawiania częstotliwości, P2 do ustawiania amplitudy i S1 do wyboru kształtu sygnału, są montowane tak samo jak inne ele-







menty układu - bezpośrednio na płytce drukowanej, tak że pozostaje niewiele do okablowania.

Płytka jest montowana, jak zwykle, na tylnej stronie płyty czołowej obudowy, w której najpierw trzeba wykonać otwory dla osi przełącznika obrotowego i potencjometrów.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 15kΩ
R2, R12: 47kΩ
R3, R4, R8: 22kΩ
R5: 560kΩ
R6: 12kΩ
R7: 6,8kΩ
R9, R10: 100kΩ
R11: 8,2kΩ
P1: potencjometr 220kΩ, liniowy
P2: potencjometr 4,7kΩ, liniowy

Kondensatory
C1: 2,2nF, MKT (Siemens)
C2, C3: 22µF/16V, stojący
C4, C5: 220µF/16V, stojący
C6, C7: 100nF, ceramiczny
C8: 1µF/16V, stojący

Półprzewodniki
D1...D4: 1N4148
D5: 1N4001
IC1: 4069U (wersja niebuforowana)
IC2: TLC271CP

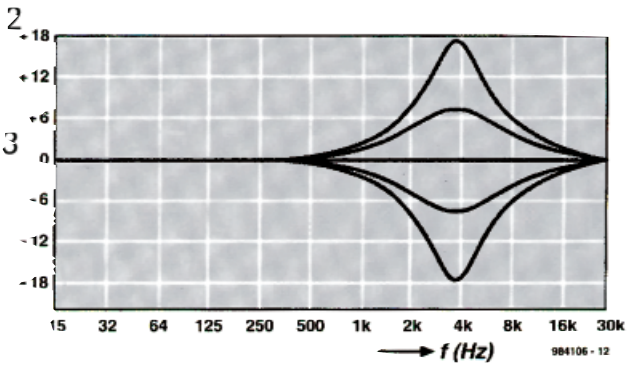
Różne
S1: 3 x 4-biegunowy przełącznik obrotowy do montażu na płytce

Filtr prezencyjny
Prasenzfilter

Źródło: Robert Sontheimer

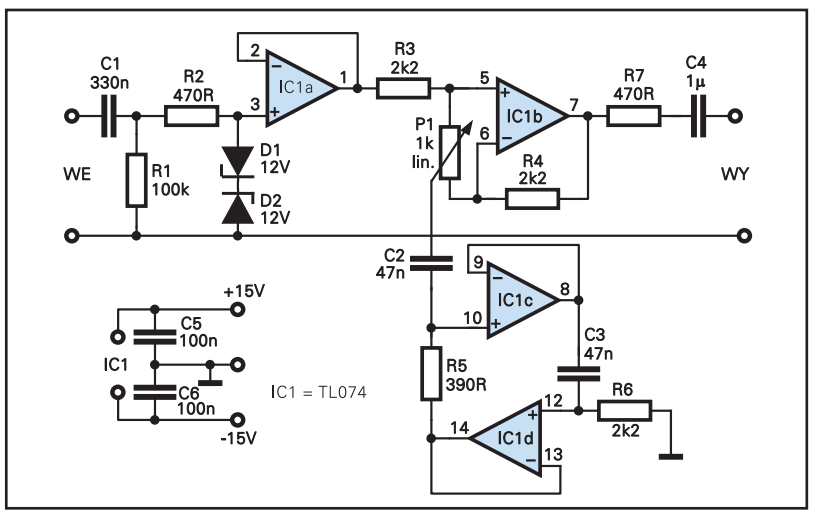
Audio-Schaltungstechnik

Elektor-Verlag 1994



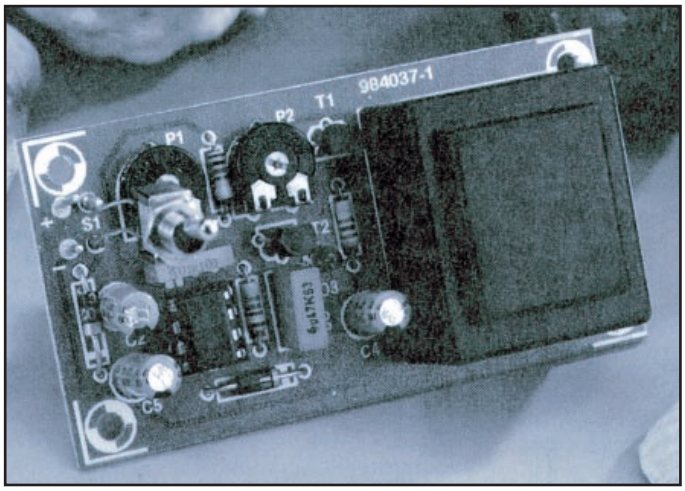
Aby szczególnie zaakcentować pewien instrument muzyczny albo poprawić zrozumiałość mowy, w elektronice muzycznej stosuje się tak zwany filtr presence. Tradycyjne filtry presence, które spotyka się w konsolach mikserskich i wzmacniaczach, umożliwiają najczęściej tylko podbicie zakresu presence, nie pozwalają na żadne tłumienie. Jest to wada, ponieważ wiele mikrofonów albo zestawów głośnikowych domowych muzyków (zbyt) mocno uwydatnia ten ważny zakres częstotliwości.

Nasz układ umożliwia zarówno wzmacnianie jak i tłumienie zakresów presence w zakresie od -15dB do +15dB (rysunek 2). Jeśli potencjometr zostanie ustawiony w położeniu środkowym, sygnał pozostaje niezmieniony.



Najpierw sygnał dociera do przetwornika impedancji IC1a przez pasywny obwód wejściowy z kondensatorem sprzęgającym C1, rezystancją wejściową R1 i zabezpieczeniem przepięciowym D1/D2 z rezystancją ograniczającą prąd (R2). Funkcja filtru jest realizowana w drugim stopniu. Właściwy filtr na rysunku 1 składa się z IC1c i IC1d oraz C2, C3, R5 i R6 i zachowuje się jak rezystancja zależna od częstotliwości, która osiąga swoje minimum przy 3,5kHz. Dla bardzo dużych i małych częstotliwości filtr jest wysokoomowy. W zależności od ustawienia potencjometru P1, filtr bardziej należy do dzielnika napięcia z R3 albo do sprzężenia zwrotnego z R4. W położeniu środkowym potencjometru dzielnik napięcia tłumi dokładnie tyle samo, co wzmacniacz wyjściowy IC1b wzmacnia. Sygnał jest sprzężony z wyjściem przez R7 połączony szeregowo z C4.

Schwarzeneggeryzator



Stosowany ostrożnie, układ ten może zapewnić niewielki stopień stymulacji mięśni. Na skórze pokrywającej obszar mięśnia mocuje się dwie elektrody. Odległość pomiędzy elektrodami powinna mieścić się pomiędzy 1cm i około 5cm. Układ generuje impulsy napięcia o częstotliwości regulowanej w zakresie od 0,6Hz do 4Hz. Poziom napięcia wyjściowego jest również regulowany w zakresie pomiędzy 0 i 250V. Największa energia impulsu dostarczanego przez układ jest ograniczona do wartości około 0,4mJ, co ogólnie jest przyjmowane jako bezpieczne.

Układ scalony IC1 typu TLC555, jest połączony dla pracy w trybie multiwibratora astabilnego (Astable MultiVibrator AMV). Częstotliwość jego sygnału wyjściowego reguluje potencjometr P1. Tranzystor T1 i potencjometr P2 tworzą regulowane źródło napięciowe, ładujące kondensator C4 (poprzez rezystor R3) do poziomu napięcia ustawionego za pośrednictwem P2. Korzystając z wyrażenia określającego energię kondensatora ($0,5 \cdot C \cdot U2$) znajdujemy, że C4 zawiera całkiem dokładnie określoną ilość energii, mniejszą lub równą 0,4mJ. Ładując C4 poprzez R3 osiągnięto prosty i bezpieczny środek ograniczania maksymalnej mocy dostarczanej do mięśnia. Odnośnie czasu impulsów, rezystancja wyjściowa TLC555 w połączeniu z wartością C3 powodują przewodzenie T2 dokładnie przez 0,5ms. W tym czasie T1 łączy uzwojenie niskonapięciowe Tr1 równolegle z C4, umożliwiając przeniesienie energii zmagazynowanej w pojemności do elektrod i stąd do tkanki mięśnia. Na koniec, dioda LED D3 sygnalizuje aktywność impulsu. Przedstawiona tu płytka drukowana nie jest, niestety, dostępna u Wydawcy jako gotowy wyrób.

OSTRZEŻENIE. Nie zatwierdzony medycznie w żadnym standardzie, układ ten nie powinien być stosowany przez osoby cierpiące na dolegliwości sercowe lub epilepsję. Układ jest zaadniczo bezpieczny przy stosowaniu na mięśniach ramion i nóg, ale nie dla stymulacji serca. W przypadku wątpliwości, skontaktuj się ze swoim internistą.

WYKAZ ELEMENTÓW

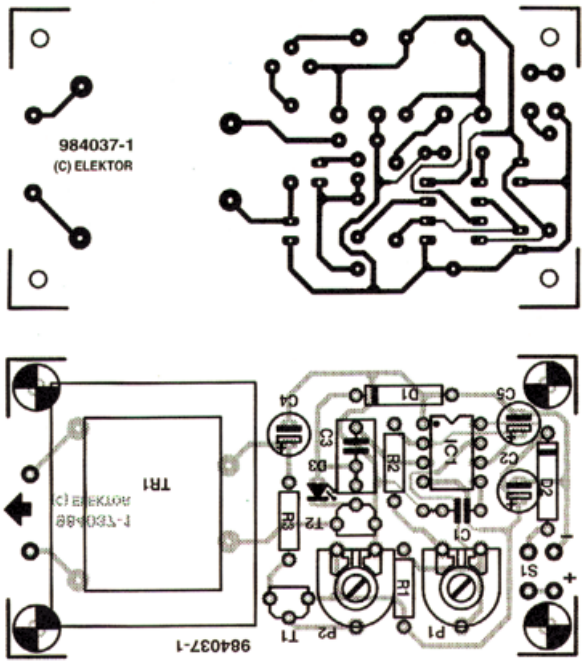
Rezystory:
R1, R2 = 10kΩ
R3 = 4,7kΩ
P1 = 100kΩ, potencjometr montażowy stojący
P2 = 10kΩ, potencjometr montażowy stojący

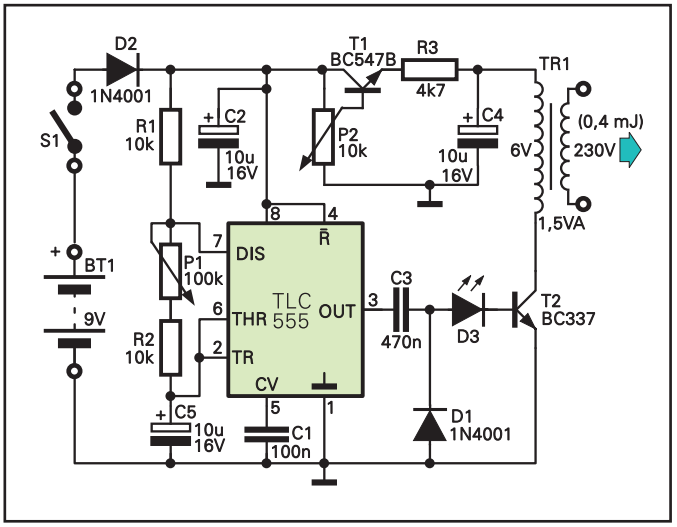
Kondensatory:
C1 = 100nF, MKT (Siemens)
C2, C4, C5 = 10µF/16V, stojące
C3 = 470nF, MKT (Siemens)

Półprzewodniki:
D1, D2 = 1N4001
D3 = LED, wysokosprawna, czerwona
T1 = BC547B
T2 = BC337
IC1 = TLC555CP (koniecznie typu CMOS)

Różne:
Bt1 = bateria 9V PP3, z zaciskami doprowadzeń
S1 = wyłącznik zasilania
Tr1 = transformator sieciowy, 6V/1,5A, Monacor/Monarch* typu VTR1106

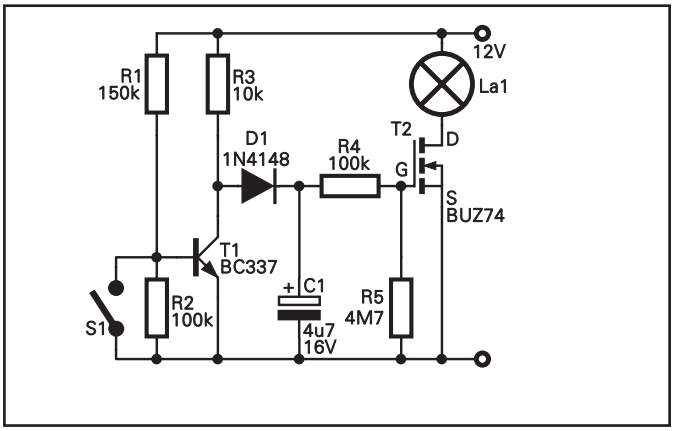
***Nie rozprowadzany w Wielkiej Brytanii, dostępny w C-I Electronics lub Stippler Electronics**





Opóźnienie wewnętrznego oświetlenia samochodu

Projekt: W. Labudda



Większość samochodów nie ma opóźnionych świateł wewnętrznych. Przedstawiony tu układ może rozwiązać ten problem. Będzie on stopniowo włączał i wyłączał wewnętrzne światła samochodu. Znacznie łatwiejsze będzie, na przykład, znalezienie stacyjki zapłonu, jeśli światła zgasną po zamknięciu drzwi samochodu.

Ponieważ układ jest uruchamiany przez wyłącznik drzwiowy, niewielka interwencja w okablowanie tego wyłącznika jest nieunikniona.

Gdy drzwi samochodu są otwarte, wyłącznik drzwiowy zwiera obwód świateł do masy. Gdy drzwi są zamknięte (a wyłącznik rozwarty), tranzystor T1, którego baza jest połączona z wyłącznikiem, odcina T2, tak że wewnętrzne światło zostaje wyłączone.

Jeśli wyłącznik zewrze się (gdy drzwi zostaną otwarte), baza T1 jest na poziomie masy i tranzystor zatyka się. Kondensator C1 ładuje się dosyć szybko poprzez R3 i D1, po czym T2 przewodzi i wewnętrzne światło zapala się.

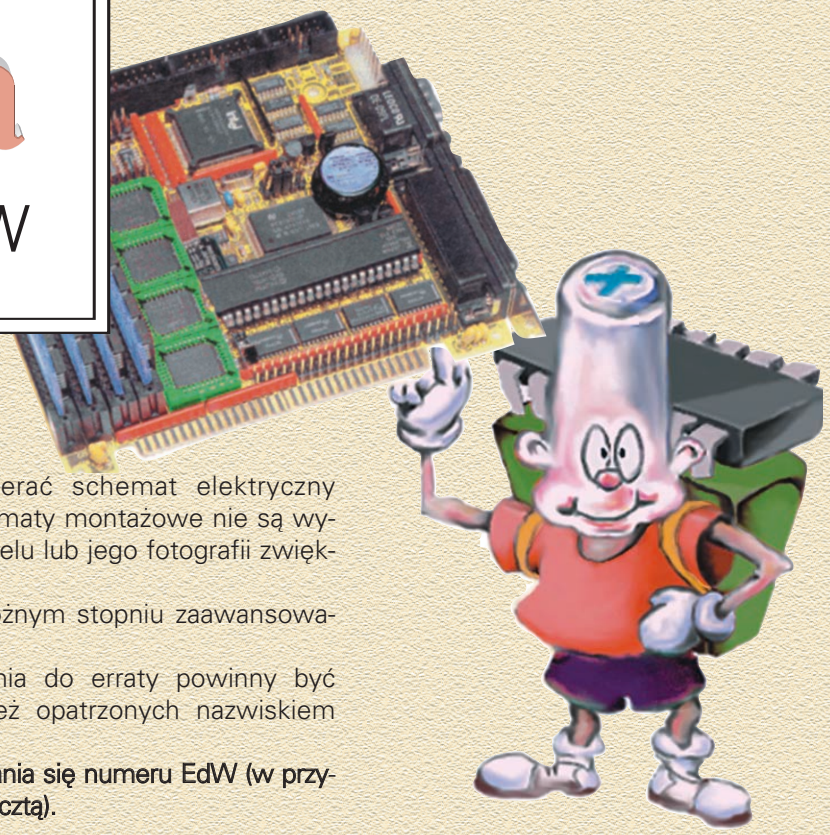
Gdy drzwi zostaną ponownie zamknięte, T1 przewodzi i wstrzymuje ładowanie C1. Jednak kondensator rozładowuje się dosyć wolno poprzez R5, tak że T2 nie wyłącza się natychmiast. To zapewnia, że wewnętrzne światło pali się przez krótką chwilę i gaśnie powoli.

Opóźnienia można regulować w stopniu zasadniczym zmieniając wartości R3, R5 i C1.

Tranzystor T2 może być jednym z wielu n-kanałowych tranzystorów mocy MOSFET, ale powinien być w stanie pracować przy napięciach dren - źródło wyższych niż 50V. W prototypie zastosowano BUZ74, wytrzymujący napięcia dren - źródło do 500V.

Editorial items appearing on pages 17-20 are the copyright property of (Segment B. V. Beek, The Netherlands, 1998, which reserves all rights.

Szkoła KONSTRUKTORÓW



Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i zwięzły opis działania. Model i schematy montażowe nie są wymagane. Przysłanie działającego modelu lub jego fotografii zwiększa szansę na nagrodę.

Ponieważ rozwiązania nadsyłają czytelnicy o różnym stopniu zaawansowania, mile widziane jest podanie swego wieku.

Ewentualne listy do redakcji czy spostrzeżenia do erraty powinny być umieszczone na oddzielnych kartkach, również opatrzonych nazwiskiem i pełnym adresem.

Prace należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się numeru EdW (w przypadku prenumeratorów – od otrzymania pisma pocztą).

Zadanie 32

Temat tego zadania nadesłał **Mirosław Kopera** z Dębicy. W liście napisał:

Temat jest taki: zaprojektować urządzenie, które będzie skutecznym zabezpieczeniem przed tak zwanym "białym złodziejem" – dobra – spoko, to moje określenie. (...) Chodzi o to, bym jadąc przez jakieś cywilizowane tereny nie został bez samochodu za zasługą mniej cywilizowanych osiłków. (...) Najlepiej (z moich obserwacji) ten numer wychodzi w miastach. Stoi sobie na skrzyżowaniu facecik w swoim autku, tuż przed żółtym światłem, dającym mu nadzieję, że za chwilę odjedzie. Facecik jest wyluzowany, bo albo jest po pracy, albo jedzie na wczasy.

I wtem ktoś z sąsiedniego samochodu pokazuje mu coś nieudolnym językiem migowym, dodając kilka min wskazujących, że coś się stało. Facecik już sobie kombinuje, że może to koło, ale chyba nie kapeć, i chyba się nie urwało...

Jednak czacha zaczyna dymić i kombinuje, co tamten jegomość chce mu przekazać i co wskazuje tym swoim paluchem. I już prawie łyknął "motohaka". Drab w sąsiednim aucie wie, że jeszcze trzeba "zaciąć", więc jeszcze kilka gestów trwogi...

Facecik zatrzymuje się na poboczu i nie wyłączając silnika wyskakuje z auta obejrzeć, co tam z tyłu się dzieje. W tym czasie drab spokojnie odjeżdża jego własnym autem.

I cześć. Jutro telefon, że może się jakoś dogadają. Jeśli facecik "odpali działkę", auto wróci. (...)

I dopóki to mnie nie dotyczy jest fajnie i sielankowo, ale ja nie chcę czekać, bo trzeba iść przed ciosem, przecież to ja mogę być tym facecikiem. (...)

Gdy drab odjedzie, powinno się włączyć urządzenie, które unieruchomi samochód po kilkudziesięciu czy lepiej kilkuset metrach. Może powinien się wtedy włączyć sygnał syreny alarmowej. Oczywiście urządzenie powinno być tak skonstruowane, by drab nie mógł szybko unieszkodliwić zabezpieczenia i ponownie uruchomić samochodu. (...)

A gdy drab postraszy scyzorykiem (do karczowania trzciny) to facecik odda mu też dokumenty. Dlatego na tym polega zadanie, by sobie kawałek odjechał, żeby było trochę czasu na powiadomienie policji i ewentualne ukrycie siebie i rodziny. (...)

Pewnie można zamontować jakiś sterownik, który w określonych odstępach czasu odcinałby system zasilania cewki, ale żebyśmy nie zginęli od własnej broni (...)

Tyle kluczowe fragmenty listu. Temat zadania jest mam nadzieję jasny:

Zaprojektować system ochrony samochodu, który po uruchomieniu silnika przez osobę niepowołaną, po ustalonym czasie lub lepiej po przejechaniu określonego odcinka drogi unieruchomi silnik.

Zadanie na pewno nie należy do najprostszych, bo należy wziąć pod uwagę kilka ważnych czynników. Jeśli urządzenie ma dobrze spełniać swoją role, to musi być niezawodne, musi pracować w szerokim zakresie temperatur od –20...+50°C, by przypadkiem układ unieruchamiania silnika nie włączył się przypadkowo prawowitemu właścicielowi akurat na środku ruchliwego skrzyżowania. To jest naprawdę poważna sprawa

A tak w ogóle, to nie wiem, czy takie sposoby zabezpieczenia są prawnie dozwolone. W każdym razie zadanie to jest bardzo ciekawe, ale niełatwe. Ci którzy mają w tym względzie doświadczenie, być może nie zechcą zdradzić swoich tajemnic. Myślę jednak, że możliwości

jest tu tak dużo, że podzielenie się ogólnym pomysłem nikomu nie zaszkodzi. Takim pomysłem jest na przykład zwieranie wskaźnika poziomu paliwa (i/lub zapalanie kontrolki "rezerwy"), żeby złodziej był przekonany, iż powodem jest brak paliwa. A może po jakimś czasie "odpoczynku" silnik powinien dać się uruchomić, by po chwili zacząć się krztusić i stopniowo gasnąć.

Jak rozwiązać problem wyłączania zabezpieczenia przez właściciela? Kiedy to ma następować? Czy przed uruchomieniem silnika, czy tuż po? Czy robić to z pomocą ukrytego przycisku, czy może przez naciśnięcie określonej kombinacji klawiszy pulpitu sterowniczego? Jak układ przypomni właścicielowi, że zapomniał wyłączyć zabezpieczenie i sam za chwilę stanie się jego ofiarą (a złodzieja nie naprowadzi na trop tego zabezpieczenia)?

Czy urządzenie, według propozycji Mirka, rzeczywiście ma cały czas pracować i być okresowo "zerowane" na podobieństwo "czuwaka" budzącego kierowcę, gdy zasnął i nie reaguje na bodźce? A może raczej będzie uruchamiane tylko w chwili uruchomienia silnika i jednorazowe wyzerowanie wyłączy je aż do następnego uruchomienia silnika?

Może oprócz wspomnianych sposobów należałoby jeszcze zamontować gdzieś wewnątrz auta nadajnik (może z własnym zasilaniem, który w pewnych odstępach czasu będzie nadawał radiowe sygnały, umożliwiające namierzenie go za pomocą czułego odbiornika z antena kierunkową?

A może zaproponujecie coś jeszcze innego?

Zadanie obejmuje szeroki zakres zagadnień i można zaproponować swoje własne lub zasłyszane pomysły chroniące samochód w sposób inny niż klasyczne alarmy i immobilajzery.

Czekam na pomysły i próby ich realizacji. Zadanie jest dość trudne, więc tym razem generalnie nie oczekuję działających i (praktycznie?) wypróbowanych modeli. Praca powinna zawierać schemat układu i do tego koniecznie nie tylko zwięzły opis układu, ale także opis funkcjonowania całego systemu według założeń pomysłodawcy.

Rozwiązanie zadania 28

Tematem tego zadania było zaprojektowanie układu generatora (przebiegu prostokątnego) zasilanego napięciem 9V, o współczynniku wypełnienia równym 1% lub mniej, częstotliwości mniejszej niż 0,01Hz, pobierającego w czasie pracy jak najmniej prądu. Zadanie tylko pozornie wyglądało na proste. Już od chwili ogłoszenia byłem bardzo ciekawy, jaki będzie odzew na tak nietypowe zadanie. Obawiałem się, że może z tym być bardzo kiepsko. Tym bardziej się ucieszyłem, gdy nadeszły pierwsze rozwiązania.

Jednak w sumie prac nie było dużo – dosłownie kilkanaście. Tym niemniej osiem prac zasługuje na dużą pochwałę i na nagrody. Kilku kolegów przeprowadziło zalecane przeze mnie metodyczne badania i z wielkim pożytkiem dla siebie (i innych czytelników) poznało zależności poboru prądu o napięcia zasilania i wartości rezystorów w obwodzie ustalającym częstotliwość.

Niektórzy uczestnicy nie bardzo zrozumieli sens moich podpowiedzi i nie skorzystali z doświadczeń kolegów, którzy wcześniej rozwiązywali zadanie nr 24. W efekcie zaproponowali generatory zasilane bezpośrednio napięciem 9V. Oczywiście przy takim napięciu pobór prądu w granicach 100µA to standard. A 100µA to prąd, który tym razem uznajemy za bardzo duży. Już wyniki zadania 24 wskazały, że pobór prądu może być rzędu 1 mikroampera lub nawet mniej. Oczywiście aby to osiągnąć, należało zasilić sam układ generatora napięciem obniżonym, w obwodzie RC zastosować rezystor o jak największej wartości rezystancji, a na wyjściu dobudować obwody pozwalające uzyskać poziomy impulsów zbliżone do wartości napięcia zasilającego. Tylko taka budowa umożliwia radykalne obniżenie poboru prądu w bardzo prosty sposób .

Ci, którzy nie zastosowali takiej koncepcji, nie mieli szans na istotne zmniejszenie poboru prądu. Z drugiej strony ci, którzy pracowali przy obniżonym napięciu zasilania mogli zbliżyć się do teoretycznej granicy. Trzeba tu pamiętać o dwóch najważniejszych zjawiskach: W generatorach z układami CMOS przy większych napięciach zasilania (powyżej 3...4V) przy napięciach wejściowych zbliżonych do połowy napięcia zasilania, częściowo przewodzą oba tranzystory – górny P-MOS i dolny N-MOS i właśnie w tym, powiedzmy "obszarze przełączania", bramka pobiera pewien prąd. Sprawa ta było omawiana na początku cyklu "Pierwsze kroki w cyfrówce". Natomiast przy obniżonym napięciu zasilania (poniżej 3...4V), tranzystory P-MOS i N-MOS, wchodzące w skład tych układów, nawet gdy napięcie na wejściu bramki wynosi około połowy napięcia zasilania, nie przewodzą jednocześnie. Gdy powiedzmy "górne" tranzystory zaczynają się otwierać, "dolne" są już zamknięte.

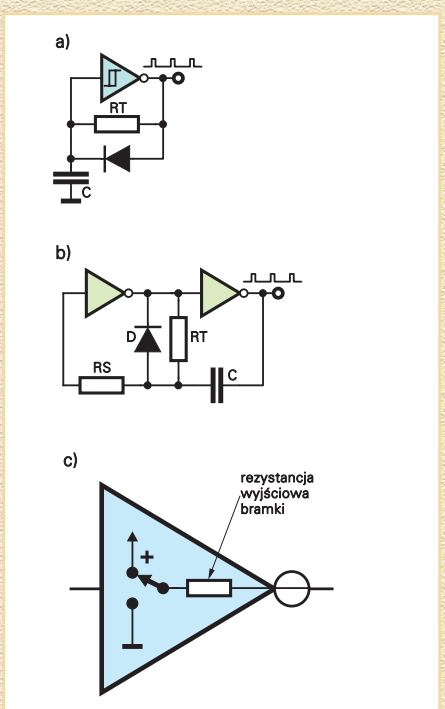
I właśnie obniżenie napięcia zasilania umożliwia zbliżenie do teoretycznej granicy, gdy cały prąd pobierany, to (uwaga!) prąd potrzebny do ładowania kondensatora w obwodzie RC. A jeśli tak, to drugim kluczowym czynnikiem jest rezystancja, przez którą ładuje się kondensator w obwodzie ustalającym częstotliwość. Gdy rezystor ten ma wartość rzędu, powiedzmy 100kΩ, to nawet przy napięciu zasilania 3V, średni prąd ładowania kondensatora będzie rzędu kilkunastu mikroamperów. Natomiast przy dużych rezystancjach, powyżej 1MΩ, prąd ten jest rzędu 1mA lub mniej. Tu przy okazji widać, dlaczego pobór prądu nie zależy od pojemności kondensatora, tylko od wartości rezystancji, i dlaczego namawiałem do stosowania rezystorów o wartościach 10....22MΩ.

Tu także należy wyjaśnić, że w układach, gdzie występują dwa rezystory RT i RS, znaczenie ma tylko wartość RT. Rezystor RS ogranicza tylko prąd rozładowania kondensatora i jego wartość przy napięciach zasilania mniejszych niż 5V może być zmniejszona do zera (zwarcie).

Teoretyczne rozważania oparte na wiadomościach ze szkolnych podręczników mogłyby wskazywać, że przy napięciach zasilania rzędu 3V nie powinny występować straty wynikające z chwilowego przewodzenia obu typów tranzystorów i prąd zasilania generatora CMOS powinien być równy średniemu prądowi ładowania kondensatora zadającego częstotliwość. W rzeczywistości układ pobiera jednak nieco większy prąd.

Praktyczne próby wykazują, że prąd ten można jeszcze trochę zmniejszyć, obniżając napięcie zasilania poniżej katalogowej granicy 3V (według katalogu układy te mogą pracować przy zasilaniu 3...18V). Okazuje się bowiem, że liczne układy CMOS pracują już przy napięciach 1,2...2V. Niestety praca przy tak niskich napięciach ma swoje wady. Przede wszystkim radykalnie rośnie rezystancja wyjściowa wszystkich wyjść. Jak wiecie, przy napięciach powyżej 10V rezystancja wyjściowa bramki ma wartość rzędu 100Ω, ale przy skrajnie niskich napięciach zasilania jej wartość dramatycznie rośnie, sięgając wartości rzędu kilkunastu i kilkudziesięciu kiloomów.

Właśnie to zjawisko uniemożliwia uzyskanie małego współczynnika wypełnienia w najprostszych układach z diodą – zobacz rysunek 1. Rezystancja wyjściowa dodaje się do rezystancji RT oraz do "rezystancji" diody. Kilku kolegów "nacięło" się na to podczas eksperymentów, a jeden prawidłowo wykombinował, że zastosowanie diody germanowej polepszy sytuację. Rozumowanie było właściwe – powinna to być dioda o jak najmniejszym napięciu przewodzenia, ale zastosowanie diody germanowej nie jest dobrym wyjściem,



Rys. 1 Generatory z diodą

choćby dlatego że jej wypadkowa "rezystancja" w kierunku zaporowym takiej diody jest porównywalna z rezystancją zastosowanego rezystora, a "rezystancja" w kierunku przewodzenia może się znacznie zmieniać.. Lepiej byłoby zastosować diodę Schottky'ego.

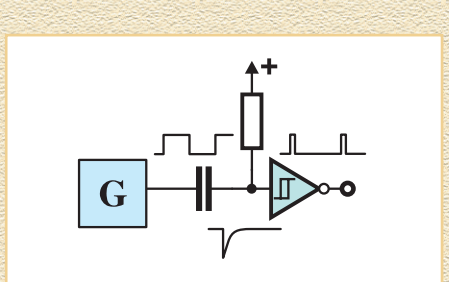
Choć to już trochę inna, nieco trudniejsza sprawa, wypada w tym miejscu wspomnieć o stabilności termicznej i napięciowej. Kilku kolegów zauważyło, że niektóre układy generatorów, a zwłaszcza te najprostsze, z jedną bramką lub inwerterem Schmitta, zbudowane według rysunku 1a, bardzo zmieniają częstotliwość przy zmianach napięcia zasilającego i temperatury. Choć w naszym zadaniu (wziętym zresztą z praktyki), wcale nie jest wymagana duża dokładność częstotliwości, jednak jak zauważył jeden z kolegów, takie najprostsze generatory nie nadają się do pracy przy znacznie obniżonym napięciu zasilania. Wartość częstotliwości przy obniżaniu zasilania może się bowiem zmieniać kilku- czy nawet kilkunastokrotnie! To zresztą jest dobry temat do badań na jedno z kolejnych zadań w naszej Szkole.

Właśnie dlatego w przypadku pracy przy ekstremalnie niskich napięciach zasilania należy stosować nieco bardziej złożone generatory, choćby właśnie 4047, 4541 czy nawet 4060, a nie generatory z pojedynczych bramek Schmitta.

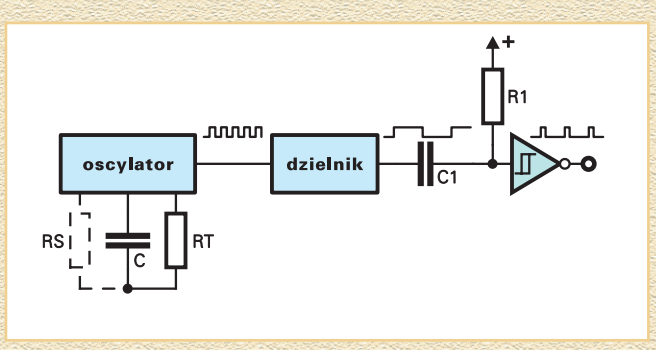
Ale i tu (jak widać z podanych informacji) uzyskanie w układzie z diodą współczynnika wypełnienia poniżej 1% wymaga pewnego kompromisu: trzeba zastosować rezystor o jak największej wartości, diodę Schottky'ego, a współczynnik wypełnienia ustawić dobierając odpowiednio... zapięcie zasilania (w rzeczywistości rezystancję wyjściową zależną silnie od tego napięcia). Może się wtedy okazać, że dla uzyskania współczynnika wypełnienia poniżej 1%, trzeba pracować przy napięciu zasilania na tyle dużym, że pobór prądu znacząco przekroczy 1μA.

Czy jest jakaś możliwość obejścia tego problemu?

Owszem! Kilku kolegów poszło inną drogą i zastosowało inny, chyba znacznie lepszy sposób. Nie zmieniali współczynnika wypełnienia generatora, tylko wykorzystali generator o współczynniku wypełnienia równym 50% i dodali na wyjściu prosty układ różniczkujący, wytwarzający pojedynczy, krótki impuls. Generalnie układ wygląda wtedy jak na rysunku 2. Dlaczego ta idea jest lepsza od idei zmiany współczynnika generatora według rysunku 1? We wszelkich układach z diodą według rysunku 1, nawet tych wykorzystujących generator 4047 lub układ z dwóch zwykłych bramek, konieczne jest zastosowanie kondensatorów o dużej wartości. Jak wiadomo, "elektrolity" maja kiepską stabilność cieplną, a poza tym w wielu układach "elektrolity" nie mogą być stosowane, bo wymagane są kondensatory niebiegunowe. Ponadto zastosowanie diody, której parametry też zmieniają się z temperaturą, oraz bardzo silna zależność rezystancji wyjściowej bramek od napięcia zasilającego są istotnymi wadami.



Rys. 2 Inny przykład realizacji zadania



Rys. 3 Układ z dzielnikiem i układem przesuwania poziomu

Natomiast zastosowanie rozwiązania bazującego na koncepcji z rysunku 2 takich wad nie ma. Dzięki zastosowaniu generatora z licznikiem, częstotliwość oscylatora może być znaczna, co umożliwia wykorzystanie popularnych kondensatorów foliowych MKT lub lepiej MKC (poliwęglanowych). Oczywiście rezystory w obwodzie ustalającym częstotliwość oscylatora oraz w obwodzie różniczkującym nadal powinny mieć jak największą wartość. Przy rozwiązaniu z rysunku 3 stabilność częstotliwości będzie zależeć jedynie od napięcia zasilania (ale znacznie mniej niż poprzednio) i od stabilności rezystancji wysokoomowego rezystora RT. Tak więc czas powtarzania impulsów będzie w miarę stały. Z kolei czas krótkich impulsów będzie wyznaczony przez drugą stał czasową R1 C1. Tym razem, przy dużej wartości R1 rzędu megaomów, rezystancja wyjściowa poprzednich stopni (w tym wypadku dzielnika-licznika) nie będzie mieć większego wpływu na czas trwania impulsu, czyli współczynnik wypełnienia przebiegu wyjściowego.

Jak z tego widać, układ z rysunku 3 będzie zdecydowanie bardziej stabilny, a parametry bardziej przewidywalne i powtarzalne.

Tyle o głównej idei.

W obu przypadkach generator musi pracować przy napięciu znacznie niższym niż narzucone w warunkach zadania napięcie 9-woltowej baterii zasilającej.

I tu jest kolejny problem. Jak uzyskać to obniżone napięcie nie marnując prądu, a jednocześnie zapewniając stałość tego napięcia, a tym samym stałość częstotliwości?

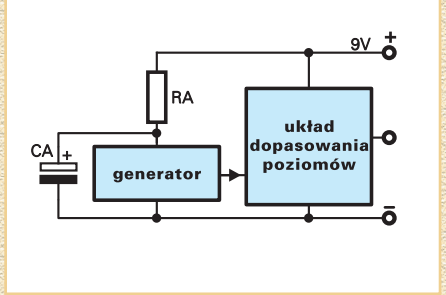
Jak wspomniałem, niektórzy koledzy zupełnie zapomnieli o takim obniżaniu i pracowali przy pełnym napięciu 9V. Ci, którzy pokusili się o taki zabieg, w większości zastosowali najprostszy sposób – włączyli szeregowy rezystor w obwód zasilania generatora. Ideę pokazuje rysunek 4. Jednak w sporej ilości przypadków zabrakło kondensatora CA, filtrującego tak obniżone napięcie zasilania. Ku zdziwieniu niejednego eksperymentatora okazało się, że zastosowany rezystor RA może i powinien mieć wartość rzędu kilku megaomów (u jednego z kolegów aż 5,6MΩ).

Nikt nie pokusił się natomiast o próbę stabilizacji tak obniżonego napięcia, choć niektórzy zauważyli istotny wpływ napięcia baterii na częstotliwość. W najprostszym przypadku wystarczyło dołączyć równolegle do kondensatora CA kilka diod LED, które pełniłyby rolę diody Zenera. Oczywiście, oznaczałoby to konieczność zmniejszenia wartości RA i "marnowania" części prądu, który przepływałby przez te diody LED. Pisze tu o kilku diodach połączonych w szereg, choć powszechnie wiadomo, że napięcie przewodzenia czerwonej diody LED wynosi około 1,6...1,8V. Nie znaczy to, że wystarczy tu jedna taka dioda lub co najwyżej dwie. Warto przeprowadzić próby i przekonać się, że przy prądach rzędu mikroampera napięcie przewodzenia takiej diody jest zdecydowanie mniejsze. O ile? To sprawdźcie sami, a potem zdziwcie się, dlaczego aż o tyle. Oczywiście jakość takiej prymitywnej stabilizacji napięcia nie będzie rewelacyjna, ale może warto spróbować i zmarnować ten 1...3 mikroampery prądu na korzyść stabilizacji parametrów układu?

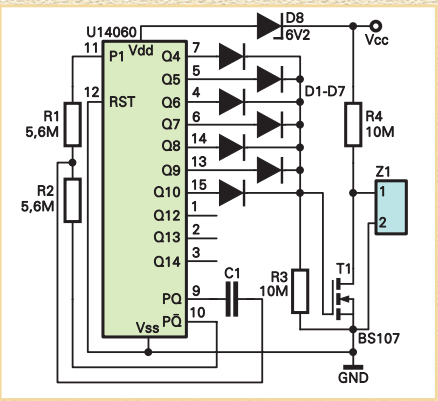
Oddzielnym problemem jest pomiar napięć i prądów. Gdy w grę wchodzą rezystancje rzędu dziesiątków megaomów, a prądy są rzędu pojedynczych mikroamperów, nie wolno zapominać o rezystancji wewnętrznej woltomierza. Analogowe (wskazówkowe) mierniki mają rezystancję wewnętrzną 20...100kΩ/V, a więc ich użycie do pomiarów jest dyskusyjne – tylko doświadczeni elektronicy potrafiliby przeprowadzić sensowne pomiary za pomocą takiego przyrządu. Proste multimetry cyfrowe miewają rezystancję wejściową woltomierza równą 1MΩ na wszystkich zakresach. Lepsze mierniki cyfrowe mają rezystancję woltomierza równą 10MΩ na wszystkich zakresach pomiaru napięcia. To samo dotyczy oscyloskopów. Wejście oscyloskopu ma rezystancję 1MΩ, a dopiero z sondą 1:10 rezystancja wejściowa, czyli rezystancja obciążająca układ wynosi 10MΩ.

Trzeba o tym pamiętać. Włączenie w układ dodatkowego obciążenia 1MΩ może katastrofalnie zmienić warunki pracy i uzyskany wynik pomiaru nie będzie miał nic wspólnego z normalną pracą. Nawet rezystancja 10MΩ może znacząco zmienić warunki pracy.

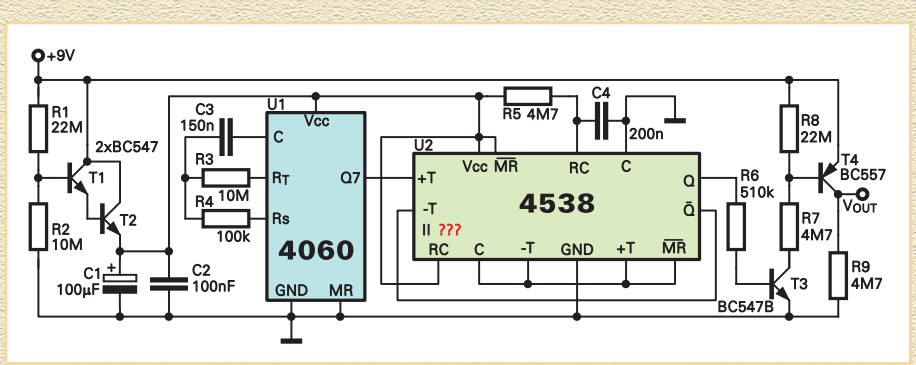
I właśnie tu chciałbym serdecznie pochwalić tych nielicznych kolegów, którzy o tym nie zapomnieli i wspomnieli o omawianym problemie w swoich listach.



Rys. 4 Sposób obniżania napięcia zasilającego



Rys. 5 Układ Pawła Niedźwiedzkiego



Rys. 7 Układ Arkadiusza Druciarka

taka będzie mieć pojemność przynajmniej 400mAh.

Załóżmy, że przez ten rok nasz generatorek może zużyć co najwyżej 10% tej pojemności, co i tak będzie wartością mniejszą niż roczna utrata energii wskutek samorozładowania. To oznacza, że nasz układ może pobierać prąd

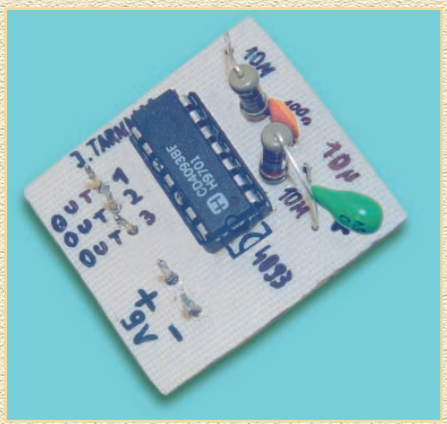
I = 40mAh / (365dni * 24godziny) = 40000µAh / 8760 = 4,5µA

To proste obliczenie uspokaja emocje i ambicje. Okazuje się, że walka o obniżenie poboru prądu poniżej 1µA jest owszem, bardzo ciekawa i wielce pouczająca, ale wcale niekonieczna w praktyce. Natomiast praca przy prądzie rzędu 5µA zamiast 1µA znacząco poprawi stabilność cieplną i napięciową generatora.

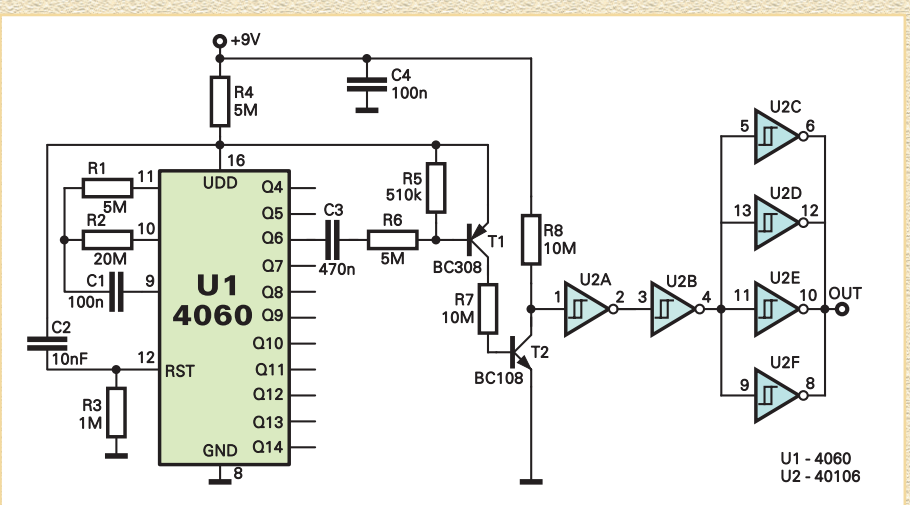
Tyle rozważań ogólnych.

Omówienie nadesłanych prac

Na początek wspomnę o pracy, którą nadesłał **Krzysztof Stąpór** z Lubina, pierwszy raz biorący udział w Szkole. Krzysztof przeprowadził szereg eksperymentów z prostym generatorkiem z bramką 4093.Nie jestem przekonany, czy Krzysztof świadomie, czy zupełnie przypadkowo zastosował kostkę 4053 (klucze analogowe) do konwersji poziomów i czy wykorzystał podwójne zasilanie napięciem ujemnym (nóżki 7 i 8 tego układu). Chyba jednak przypadkowo, bo zastosował dodatkowe tranzystory pośredniczące i to błędnie (bez rezystora za to z włączoną zaporowo diodą w kolektorze). Bardzo oryginalnie, ale też ryzykownie rozwiązał sprawę dużej rezystancji wyjściowej bramki 4093 przy małym napięciu zasilania – jeden z kluczy 4053 podnosi mianowicie napięcie zasilające generator 4093 na czas generowania krótkiego dodatniego impulsu przez zmniejszenie wartości rezystora szeregowego w obwodzie zasilania generatora. Idea jest ciekawa, ale jak wspomniałem sposób jest nietypowy i raczej ryzykowny. Ponadto Krzysztof nie ustrzegł się pewnych podstawowych błędów, dlatego nie przedstawiam schematu. W każdym razie zarówno za oryginalność rozwiązania, jak i za przeprowadzone próby Krzysztofowi należy się pochwała. Otrzyma też drobny upominek.

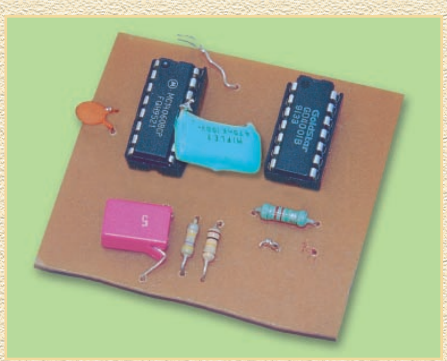


Fot. 1 Model Jarosława Tarnawy

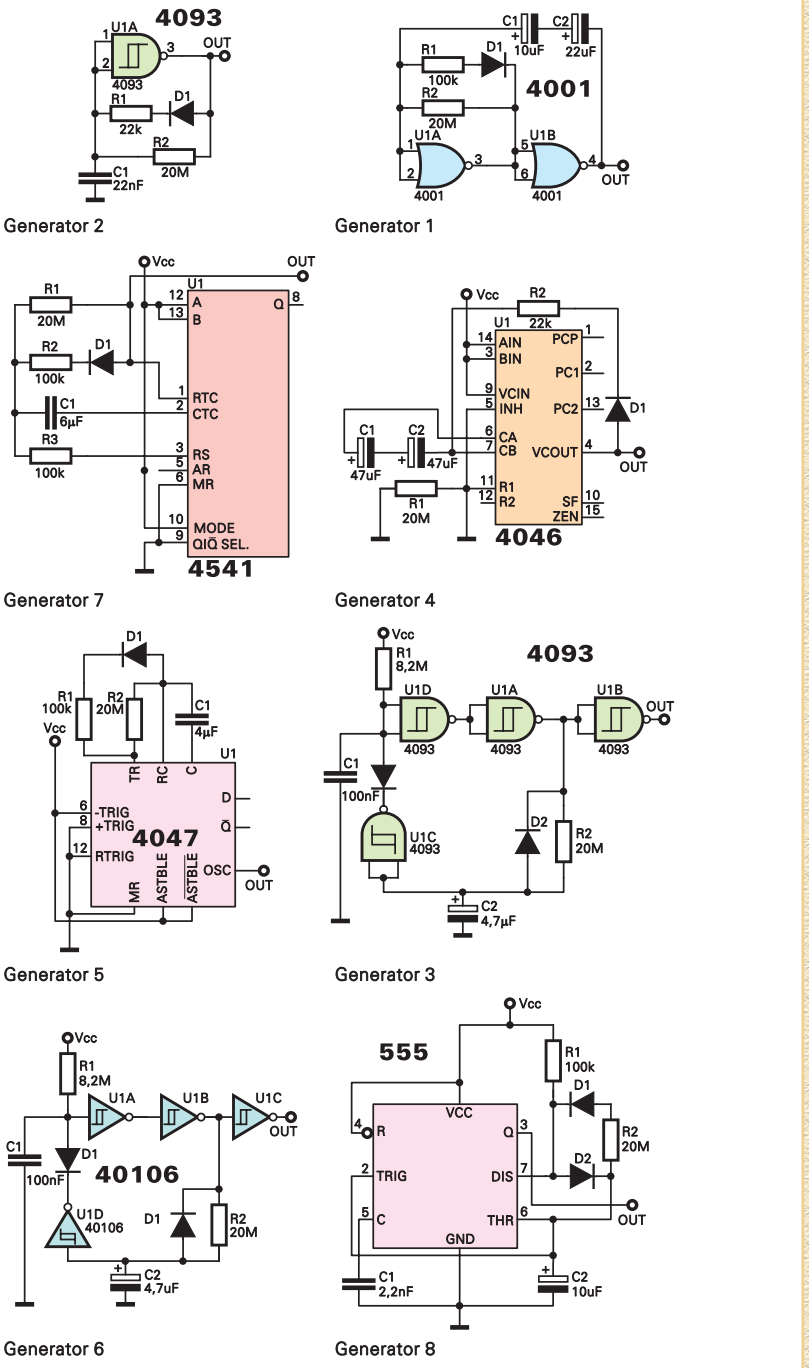


Rys. 6 Układ Grzegorza Niemirowskiego

Nie otrzymają natomiast nagród **Jarosław Tarnawa** z Godziszki i **Jakub Mikians** z Elbląga. Ich modele pokazane są na fotografiach 1 i 2. Jarek i Jakub otrzymają jedynie drobne



Fot. 2 Model Jakuba Mikiansa

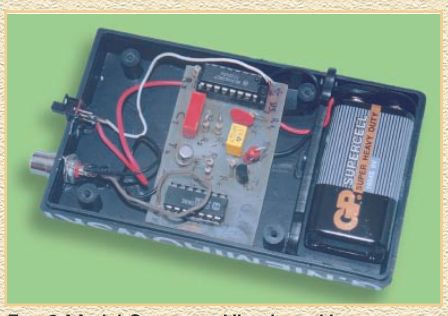


Rys. 8 Układy generatorów Marcina Wiązania

upominki za wkład pracy w wykonanie modeli. Modele dwóch wymienionych kolegów wprawdzie pracują, ale pobór prądu znacznie przekracza 100µA, co jest wartością ciut za dużą, by otrzymać nagrodę.

Nagrodę w postaci cennego katalogu tranzystorów Wydawnictw Komunikacji i Łączności otrzyma **Paweł Niedźwiedzki** z Wiechlic za układ generatora pokazanego na rysunku 5. Na wyróżnienie zasługuje tu sprytny sposób uzyskiwania małego współczynnika wypełnienia impulsów wyjściowych za pomocą bramki OR zbudowanej z diod i rezystora R3 oraz prosty układ przesuwania poziomów z tranzystorem MOSFET. W układzie Pawła wadą jest obniżanie napięcia zasilania za pomocą szeregowo włączonej diody Zenera, bo zmiany napięcia baterii będą silnie wpływać na częstotliwość, a przy niższych napięciach baterii układ może błędnie pracować. Niemniej idea oraz prosta realizacja niewątpliwie zasługują na jedną z głównych nagród.

Dwa następne cenne katalogi tranzystorów WKiŁ otrzymają koledzy **Grzegorz Niemirowski** z Ryk, oraz **Arkadiusz Druciarek** ze Skoków. Schemat układu Grzegorza pokazany jest na rysunku 6, a model na fotografii 3. W układzie przesuwanie poziomów realizują dwa tranzystory, natomiast bufory wyjściowe zapewniają znaczną wydajność prądową. Układ można z powodzeniem odchudzić stosując zamiast tranzystorów bipolarnych komplementarne tranzystory MOSFET (np. BS170, BS250).



Fot. 3 Model Grzegorza Niemirowskiego

Gdyby objąć je lekkim dodatnim sprzężeniem zwrotnym, niepotrzebny byłby bufor U2, bo sprzężenie zwrotne zapewniłoby odpowiednią stromość zboczy.

Arkadiusz Druciarek, którego modele pokazane są na fotografii 4, a schemat jednego z układów na rysunku 7, przeprowadził szereg eksperymentów. Wyniki pomiarów poboru prądu w zależności od napięcia zasilania i rezystancji RT dla prostego generatora z kostką 4047 przedstawione są w tabeli 1

Tabela 1

Uzas [V]	R [MΩ]	C [nF]	f [Hz]	I [µA]
4,8	1	47	9,1	6,2
4,8	10	47	0,86	1
3	1	47	9,1	3,5
3	10	47	0,86	0,3
2	10	47	0,86	0,2
1,5	1	47	9,1	1
1,31	10	47	0,86	0,1

Natomiast wyniki dla kostki 4060 w podstawowym układzie pracy pokazuje tabela 2.

Tabela 2

Uzas [V]	RT [MΩ]	RS [MΩ]	C [nF]	f [Hz]	I [µA]
5	1	0,1	47	9,2	22
5	0,01	0,1	47	925	398
5	1	0,1	2,2	187	22,6
5	0,01	0,1	2,2	19,7	378
3	1	0,1	47	9,2	2,3
3	1	1	47	9,2	2,1
3	10	0,1	47	0,9	0,4
3	10	0,1	47	0,9	0,2

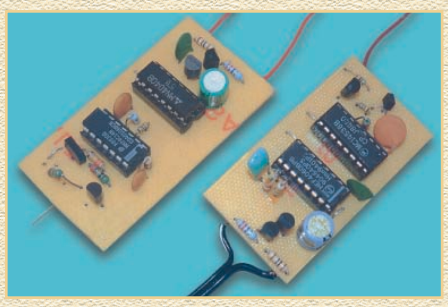
W układzie z rysunku 7 zastosował zmodyfikowana koncepcje z rysunku 3, przy czym prosty obwód różniczkujący zastąpił układem scalonym. Nie jestem przekonany, czy to jest konieczne, ale w sumie koncepcja jest prawidłowa. A za przeprowadzone systematyczne próby, których efektem są miedzy innymi tabele 1 i 2, Arek otrzyma też nagrodę dodatkową w postacie atrakcyjnych podzespołów elektronicznych. Tabele te warto dokładnie przeanalizować, by przekonać się, jak bardzo pobór prądu zależy od napięcia zasilania i rezystancji RT.

Upominek w postaci katalogu tranzystorów WKiŁ otrzyma też **Dariusz Knull** z Zabrza za eksperymenty z generatorami zawierającymi układy 4046, 4047 oraz 4541. Darek słusznie doszedł do wniosku, że przy koncepcji z diodą według rysunku 1, najlepiej byłoby zastosować kostkę 4047. Modele Darka pokazane są na fotografii 5. Wyraźnie pod-

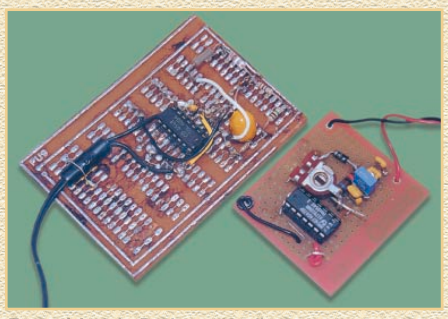
Tabela 3

Pobór prądu przy różnych napięciach zasilania

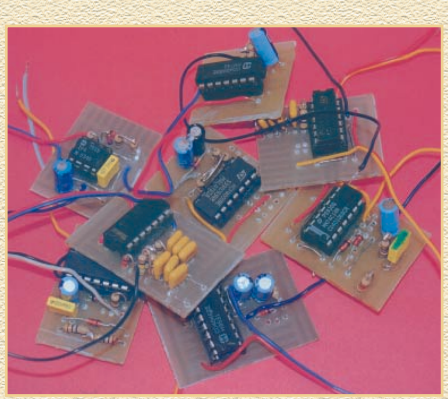
Wersja generatora	Układ	Napięcie zasilania (V)								Jednostka
		3		5		6		9		
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
1	4001	0,1	15	6,5	140	7	360	8,5	1500	uA
2	4093 (wer. 1)	0,1	10	20	60	40	160	145	650	uA
3	4093 (wer. 2)	0,1	5	0,1	35	0,1	65	0,1	194	uA
4	4046	0,1	35	2	80	3	100	8,5	200	uA
5	4047	0,1	7	0,1	25	0,1	70	0,1	250	uA
6	40106	0,1	6	0,1	50	0,1	100	0,1	300	uA
7	4541	0,1	0,5	0,1	14	0,1	33	0,1	143	uA
8	NE555 (CMOS)	115	120	138	300	150	410	184	800	uA



Fot. 4 Modele Arkadiusza Druciarka



Fot. 5 Modele Dariusza Knulla



Fot. 6 Generatory przebadane przez Marcina Wiązania

kreślam, że nagroda jest za eksperymenty, a nie za układy modelowe, które nie wyróżniają się niczym szczególnym.

Czasochłonne badania przeprowadził też **Marcin Wiązania** z Gacek. Za pomocą multimetru połączonego z komputerem monitorował on chwilowy pobór prądu generatorów pokazanych na fotografii 6 i rysunku 8. Włożył w to mnóstwo pracy i czasu. Rysunek 9 przedstawia wykres chwilowego poboru prądu generatora numer 6. Jak się łatwo domyślić, generator pobiera mały prąd wtedy, gdy na wejściu bramki oscylatora napięcie jest zbliżone do napięć zasilania, a rośnie, gdy napięcie wejściowe (w praktyce – napięcie na kondensatorze) zbliża się do połowy napięcia zasilającego. Marcin przeprowadzał te badania przy napięciu zasilania równym 9V, stąd pobór prądu jest duży. Potem zbadał jeszcze pobór prądu dla kilku niższych napięć zasilających. Wyniki przedstawia tabela 3, która odnosi się do generatorów o schematach z rysunku 8.

Ostatecznie Marcin uznał za najlepszy generator z kostką 4047. Zgodnie z przewidywaniami kiepski okazał się najprostszy układ z bramką Schmitta – generator nr 2. Ciekawe właściwości ma kostka 4046, ale to już inna historia. Natomiast generator numer 8 z układem 555 w wersji CMOS (co do którego niezorientowani mogą sądzić, że będzie pobierał znikomy prąd) pobierał prąd spoczynkowy ponad 100µA, niezależnie od napięcia zasilania.

Dane uzyskane przez Marcina i wykresy takie jak na rysunku 9 pokazują dokładnie pobór prądu generatora w funkcji czasu. W tabeli 3 podane są zarówno prąd maksymalny, jak i minimalny W praktyce nie bardzo nas interesują obie te wartości, tylko średni pobór prądu, a ten wcale nie jest średnią arytmetyczną prądu maksymalnego i minimalnego. Dane z tabeli 3 nie pozwalają w prosty sposób obliczyć średniego poboru prądu – możliwe to było jedynie w momencie zbierania danych do komputera i ich obróbki, a wykresy pozwalają tylko z grubsza go oszacować. To jest istotny minus wyników uzyskanych przez Marcina. Właśnie dlatego ogłaszając zadanie proponowałem badanie generatorów z kondensatorami zadającymi częstotliwość o możliwie małej pojemności (np. 1nF), by przy znacznej częstotliwości pracy najzwyklejszy mikroamperomierz bez większego błędu zmierzył średni pobór prądu. Znakomicie pomoże w tym kondensator filtrujący zasilanie kostki (dobrze zaformowany elektrolit). Eliminuje to konieczność długotrwałych prób i dostarcza najpotrzebniejszych informacji o średnim poborze prądu.

Jeśli już Marcin przeprowadził szczegółowe obserwacje, mógłby przedstawić chwilowy pobór prądu któregoś generatora w zależności od napięcia zasilania. Właśnie wtedy można byłoby dobrze zaobserwować zmniejszanie zarówno wartości, jak i kształtu przebiegu prądu przy zmniejszeniu napięcia.

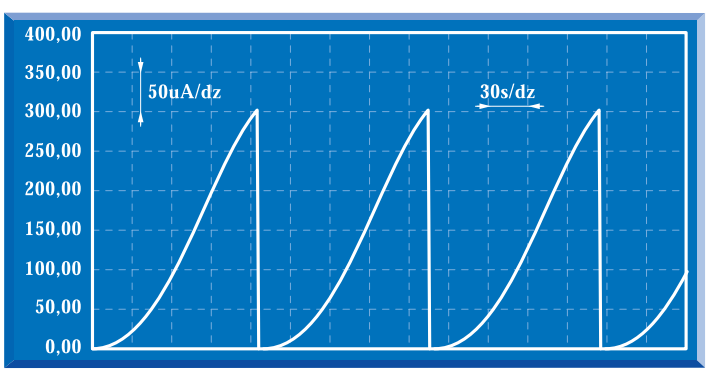
Ale tak czy inaczej, Marcin zainwestował w eksperymenty mnóstwo czasu i nie mam wątpliwości, że i on powinien otrzymać nagrodę – będzie nią katalog tranzystorów.

Tak więc tym razem głównymi nagrodami są katalogi tranzystorów bipolarnych Wydawnictw Komunikacji i Łączności. Nie mam wątpliwości, że trafią w dobre ręce.

Przy okazji jeszcze jedna dobra informacja. W gronie kolegów, którym w ubiegłym miesiącu obiecaliśmy katalogi firmy Motorola przez zupełny przypadek zabrakło Grzegorza Bednarza z Cięciny. Przeoczenie nadrobiliśmy i Grzegorz wraz z wcześniej wymienionymi kolegami otrzymał - wcale nie przesadzam – kilka kilogramów cennych katalogów. Co prawda nie fotografowaliśmy wszystkich wysyłanych wówczas katalogów, ale było tego na pewno ponad dwadzieścia kilogramów. Osobiście nie mam wątpliwości, że wszystkie te katalogi trafiły we właściwe ręce i obdarowane osoby zrobią z nich dobry użytek. Przy okazji jako Redakcja EdW chcielibyśmy podziękować firmie Motorola Polska sp. z o. o. za udostępnienie naszym wyróżniającym się Czytelnikom cennych materiałów katalogowych.

Tymczasem ja pozdrawiam wszystkich uczestników i sympatyków Szkoły i jednocześnie zachęcam do spróbowania swych sił w bieżącym zadaniu..

Wasz Instruktor
Piotr Górecki



Rys. 9 Przebieg chwilowego poboru prądu w generatorze z układem 40106 Marcina Wiązania

Układ scalony NE572

Informacje podane w niniejszym artykule pomogą dogłębnie zrozumieć działanie uniwersalnego procesora audio – projektu głównego z poprzedniego wydania EdW. Bardziej zaawansowanym Czytelnikom pozwolą samodzielnie zaprojektować ciekawe urządzenia z wykorzystaniem układu scalonego NE572: kompresory, ekspandory, limitery, układy ARW, bramki szumu, itp. Doskonałe parametry umożliwią zastosowania w sprzęcie wysokiej jakości i pozwolą w tani sposób zastąpić kosztowne profesjonalne procesory dynamiki.

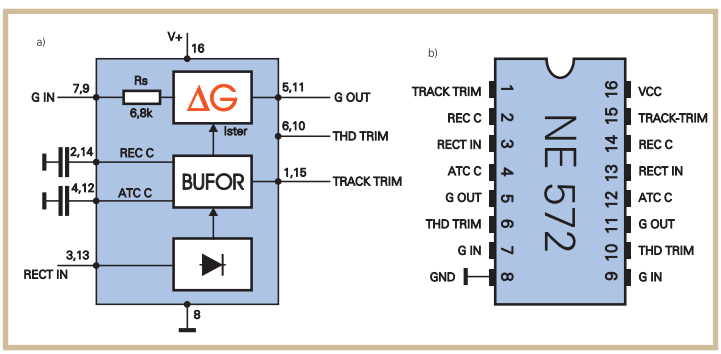
Opisany układ może być wykorzystany w aparaturze audio na wiele ciekawych sposobów, a jedną z najważniejszych zalet jest niska cena układu NE572, wynosząca od kilku do kilkunastu złotych, zależnie od miejsca zakupu. Działanie układu NE572 może się wydawać trudne do zrozumienia. Tymczasem szczegółowa wiedza na temat budowy wewnętrznej układu scalonego wcale nie jest konieczna. Do samodzielnego zaprojektowania pożytecznego urządzenia wystarczy wiedzieć z grubsza, jak działają poszczególne bloki i co najważniejsze – jakie przy tym występują ograniczenia. Wszystkie te informacje podane są w niniejszym artykule. Natomiast następnym krokiem będą praktyczne próby i ewentualna korekcja wartości niektórych elementów, pozwalająca uzyskać potrzebne poziomy i wartości wzmocnienia.

Uwaga! Niniejszy artykuł przeznaczony jest dla osób, które znają podstawy działania wzmacniacza operacyjnego. Do jego pełnego zrozumienia niezbędne są też wiadomości z artykułów „Procesory dynamiki dźwięku" części 1 i 2 oraz „Uniwersalny procesor dynamiki z układem NE572" przedstawionych w EdW EdW 7 i 8/98.

Opis układu

Kostka NE572 jest układem elektronicznej regulacji wzmocnienia. Zawiera dwa identyczne kanały. Każdy kanał składa się z właściwego bloku regulacji (oznaczanego w katalogu ΔG), a także pełnookresowego prostownika oraz bufora pozwalającego niezależnie ustawiać czas narastania i opadania filtru prostownika.

Uproszczony blokowy schemat wewnętrzny jednego kanału kostki NE572 pokazany jest na **rysunku 1a**. **Rysunek 1b** pokazuje rozkład wyprowadzeń.



Rys. 1a. Uproszczony schemat blokowy układu NE572; rys. 1b. Układ wyprowadzeń

Podstawowe parametry układu scalonego NE572 podane są w tabeli.

Produkowana jest także wersja SA572, która ma identyczne funkcje

Tabela 1

Zakres napięć zasilania:	+6...+22V
Zakres temperatur pracy:	0...+70°C
Prąd zasilania:	max 6mA
Wewnętrzne napięcie odniesienia:	typ. +2,5V (2,3...2,7V)
Szumy własne:	typ. 6μVsk max 25μVsk
Zniekształcenia nieliniowe:	
bez korekcji (1kHz):	typ. 0,2%
z korekcją (1kHz):	typ. 0,05%
z korekcją (100Hz):	typ 0,25%
Współbieżność kanałów:	typ ±0,2...±0,5dB
Przesłuch między kanałami:	min. 60dB
Tłumienie tętnień zasilania (100Hz):	typ. 70dB
Maksymalny prąd wejściowy bloku regulacji wzmocnienia:	140μA
Maksymalny prąd wejściowy prostownika:	300μA

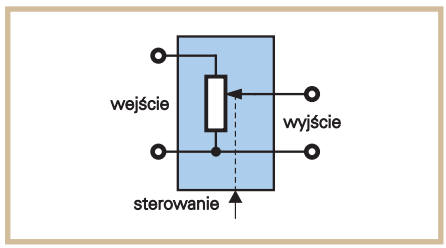
i może pracować w szerszym zakresie temperatur: -40...+85°C.

Układ scalony ma bardzo małe szumy (typowo 6μVsk), co pozwala uzyskać bardzo dużą dynamikę nawet do 110dB i odstęp sygnału od szumów do 90dB. Przy niewielkich zniekształceniach nieliniowych, znacznie poniżej 1%, daje to układ o parametrach charakterystycznych dla urządzeń wysokiej klasy.

Dla pełnego wykorzystania dostępnych możliwości konieczne jest trochę bliższe poznanie kluczowych cech kostki NE572.

Blok regulacji wzmocnienia

W układzie regulacji napięciowej na wejście podawane jest jakieś napięcie, i na wyjściu występuje napięcie, zwykle mniejsze lub równe napięciu wejściowemu. Najprostszym przykładem obwodu regulacji napięciowej jest potencjometr. Ilustruje to **rysunek 2**.



Rys. 2. Regulacja napięciowa

Dla użytkownika jest ważne, że blok regulacji (ΔG) w kostce NE572 pracuje w trybie prądowym. W trybie regulacji prądowej sygnałem wejściowym jest prąd (zmienny), a na wyjściu również pojawia się prąd (o takim samym kształcie jak prąd wejściowy, tylko regulowanej wielkości).

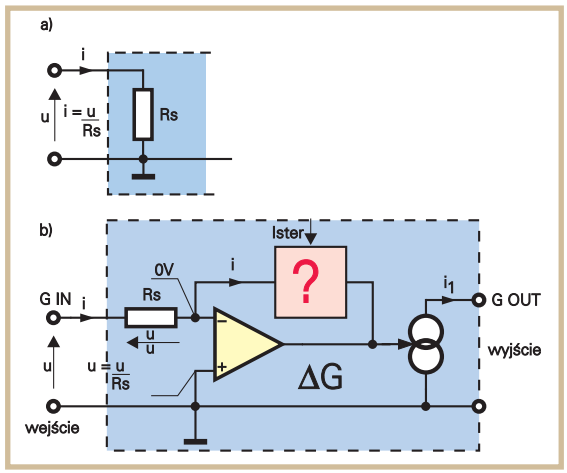
Początkującym elektronikom układ regulacji prądowej może się wydawać co najmniej dziwny i bardzo skomplikowany, bo przecież zazwyczaj mamy do czynienia z sygnałami w postaci napięcia, a nie prądu. W rzeczywistości nie ma tu nic trudnego i nic dziwnego. Praktycznie wszystkie profesjonalne układy regulacji elektronicznej pracują w trybie prądowym, a nie napięciowym – po prostu tak jest łatwiej zrealizować regulację budując układ z kilku(nastu) tranzystorów.

Z przetworzeniem napięcia na odpowiedni prąd nie ma najmniejszego kłopotu. Z zamianą prądu na napięcie też nie ma problemu – wystarczy do tego wzmacniacz operacyjny. **Rysunek 3** pomoże zrozumieć ideę zamiany napięcia na prąd i odwrotnie. Nie ulega wątpliwości, że w układzie z rysunku 3a rezystor Rs zamienia sygnał napięciowy na prądowy, zgodnie z zależnością:

$$i = \frac{u}{Rs}$$

Ale co zrobić z takim sygnałem prądowym? Rzeczywiście, w układzie z rysunku 3a nie wiadomo, co dalej zrobić z takim prądem. W praktycznych układach do zamiany napięcia na prąd stosuje się wzmacniacz operacyjny. Blokowy, bardzo uproszczony schemat obwodu regulacji (ΔG) kostki NE572 pokazano z rysunku 3b. Ponieważ na obu wejściach wzmacniacza operacyjnego napięcie musi być jednakowe (potencjał masy – zero woltów), przez rezystor Rs płynie taki sam prąd i, jak w układzie 3a. Prąd ten nie wpływa do wejścia wzmacniacza operacyjnego, tylko płynie w pętli sprzężenia zwrotnego do (czy z) wyjścia wzmacniacza operacyjnego i „po drodze" może być wykorzystany. Właśnie tu włączone są obwody regulacji prądu, zaznaczone na rysunku 3b kolorem czerwonym. Ich budowa i działanie są jednak dość skomplikowane i nie będą szczegółowo omawiane. Należy zwrócić uwagę, że ostatecznie sygnałem wyjściowym bloku regulacji jest prąd (i_1).

Bliższych informacji o budowie wewnętrznej bloku regulacji zainteresowani poszukają w katalogu. Nie będą one podane w artykule, bo nie są niezbędne dla konstruktora.



Rys. 3. Obwód regulacji wzmocnienia ΔG

Dla praktyka ważne jest, że choć blok regulacji wzmocnienia w zasadzie pracuje w trybie prądowym, dzięki obecności rezystora Rs, na wejście podawany jest sygnał napięciowy. Natomiast na wyjściu bloku regulacji występuje prąd o takim samym kształcie jak przebieg wejściowy, ale o różnej amplitudzie. Wartość prądu wyjściowego zależy od prądu sterującego Ister (porównaj rysunki 1a oraz 3b). Prąd Ister to prąd stały, a nie zmienny. Dla pewnej wartości Istermax prąd na wyjściu (i_1) jest równy prądowi na wejściu (i). Gdy prąd sterujący jest mniejszy niż Istermax, prąd wyjściowy jest odpowiednio mniejszy od prądu wejściowego. Gdy prąd sterujący jest równy zeru, prąd wyjściowy też jest równy zeru.

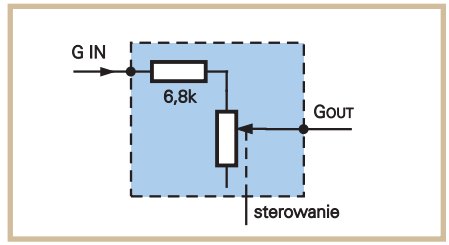
W takiej sytuacji, przy ustalonym napięciu wejściowym, prąd wejściowy (i) cały czas jest taki sam, a jedynie pod wpływem prądu sterującego zmienia się wartość prądu wyjściowego.

Trzeba tu koniecznie zauważyć pewną specyficzną cechę opisywanego bloku: jeśli na wejście podane jest jakieś określone napięcie zmienne (u), to prąd na wyjściu (i_1) jest zależny od prądu sterującego Ister. Czyli w uproszczeniu można sobie wyobrazić, że **układ regulacyjny jest zmienną rezystancją, sterowaną prądem Ister**. Nie trzeba koniecznie zastanawiać się wnikliwie nad wartością tej zmiennej rezystancji (która będzie odwrotnie proporcjonalna do prądu Ister, a ściślej: wprost proporcjonalna do stosunku Istermax/Ister) – wystarczy pamiętać, że:

przy braku prądu sterującego „zmienna rezystancja" między punktami G_{IN} – G_{OUT} będzie nieskończenie wielka, natomiast przy Istermax, będzie równa rezystancji Rs.

Zilustrowano to na **rysunku 4**. Choć w praktyce można i warto traktować obwód regulacji ΔG właśnie jako zmienną rezystancję, to ściślej biorąc, obwód między punktami G_{IN} – G_{OUT} nie jest rezystancją (choćby dlatego, że prąd wejściowy i nie jest zależny od prądu sterującego). W związku z tym

nie można zamienić miejscami końcówek wejściowych z wyjściowymi (nóżki 7, 9 oraz 5, 11).



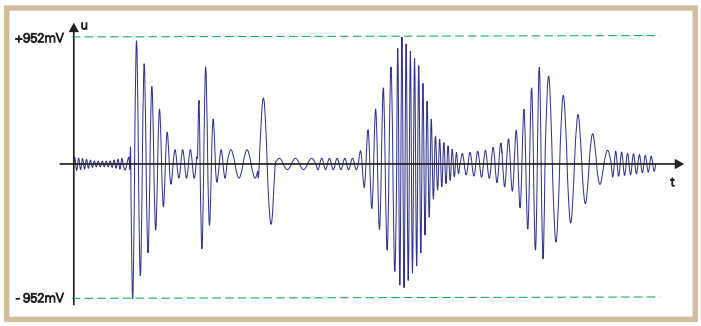
Rys. 4. Uproszczony schemat zastępczy obwodu regulacji

Koniecznie trzeba także wiedzieć, iż występuje tu bardzo

ważne ograniczenie: szczytowa wartość prądu wejściowego (i) nie może być większa niż 140μA.

Jeśli prąd byłby większy, w sygnale wyjściowym wystąpią ogromne zniekształcenia.

Jak widać na rysunkach 1a, 3b, 4, w układzie NE572 umieszczono wewnętrzną rezystancję Rs o wartości 6,8kΩ. Biorąc pod uwagę powyższe ograniczenie można obliczyć, że amplituda (nie



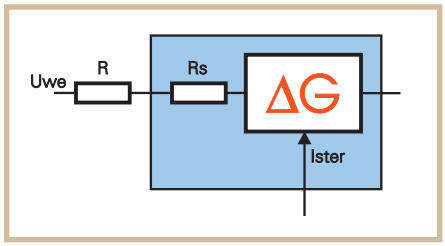
Rys. 5. Sygnały na wejściu G_{IN}

wartość skuteczna) napięcia wejściowego na nóżkach 7 i 9 kostki NE572 nie może być większa niż:

$$140\mu A \times 6{,}8k\Omega = 952mV$$

Trzeba wyraźnie podkreślić, że chodzi tu o największą chwilową amplitudę przetwarzanego przebiegu, a nie wartość skuteczną (zobacz **rysunek 5**). A co zrobić, **gdy trzeba pracować z sygnałami o większych wartościach**? Nic trudnego! Po prostu **należy włączyć dodatkową rezystancję w szereg z wewnętrznym rezystorem R_S** według **rysunku 6**.

Przykładowo, jeśli największe spodziewane sygnały miałyby amplitudę, powiedzmy 4V (międzyszczytowo 8V), to



Rys. 6. Praca przy większych napięciach wejściowych

całkowita rezystancja nie może być mniejsza niż:

$$\frac{4V}{140\mu A} = 28{,}57k\Omega$$

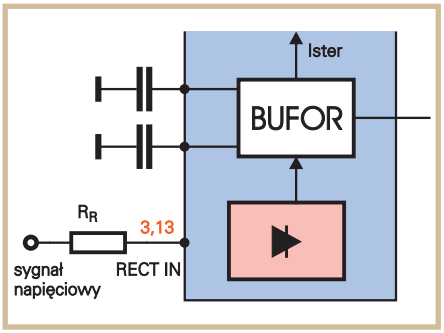
Ponieważ wewnętrzna rezystancja ma wartość 6,8kΩ, na wejściu trzeba dołączyć szeregowy rezystor o wartości 28,57kΩ – 6,8kΩ = 21,77kΩ czyli 22kΩ

Jak widać z tego krótkiego opisu, działanie obwodu regulacji jest w sumie bardzo proste. Podobnie jest z blokiem prostownika i buforem.

Prostownik i bufor

Dla wszystkich Czytelników, którzy zapoznali się z artykułami o procesorach dynamiki, zamieszczonymi w poprzednich numerach EdW jest jasne, że w układach zmiany dynamiki wzmocnienie bądź osłabienie sygnału zależy od poziomu przetwarzanego sygnału. Sygnał przetwarzany jest jednak sygnałem zmiennym, natomiast prąd sterujący Ister musi płynąć w jednym kierunku. Czyli przetwarzany sygnał musi być wyprostowany i wygładzony, a dopiero potem będzie sterował blokiem regulacji wzmocnienia.

Uproszczony schemat blokowy prostownika i bufora pokazano na rysunku 1a. Prąd sterujący Ister wytwarzany jest właśnie przez te bloki.



Rys. 7. Obwód wejściowy prostownika

Bliższe szczegóły dla dociekliwych są podane w dalszej części artykułu. Nie trzeba się w to wgłębiać, wystarczy wiedzieć, że układ prostownika i bufora działa na zasadzie trochę podobnej do układu regulacyjnego z rysunku 3b. **Zarówno wejście prostownika, jak i obwody wyjściowe bufora pracują w trybie prądowym**.

I znów wejściowy sygnał napięciowy trzeba zamienić na prądowy za pomocą rezystora. Na wejściu prostownika nie wbudowano wewnętrznego rezystora i trzeba zastosować rezystor zewnętrzny R_R według **rysunku 7.**

O jakiej wartości?

Również tutaj występuje ważne ograniczenie, które dotyczy wartości szczytowej prostowanego sygnału.

Prąd szczytowy wejść prostownika (nóżki 3,13) nie powinien być większy niż 300μA.

Te 300μA to wspominany wcześniej, maksymalny prąd sterujący Istermax. Łatwo się domyślić, że jeśli prąd wejściowy prostownika nie przekroczy tych 300μA, to wyprostowany i wyfiltrowany prąd sterujący blokiem ΔG (Ister) również nie przekroczy tej wartości. Jeśli szczytowa wartość prądu na wejściu prostownika (końcówki 3, 13) będzie większa, prąd sterujący Ister będzie zbyt duży i obwód regulacji G wprowadzi ogromne zniekształcenia sygnału.

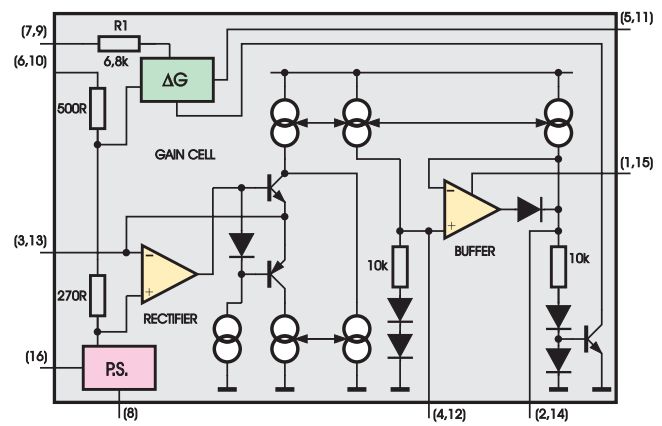
Przykładowo, jeśli sygnały prostowane będą mieć amplitudę do 3V (międzyszczytowo 6V), to rezystor R_R nie może być mniejszy niż:

$$\frac{3V}{300\mu A} = 10k\Omega$$

Wyprostowany dwupołówkowo sygnał doprowadzony jest do bufora, zawierającego dwa niezależne obwody filtrów uśredniających.

Bardziej zaawansowani mogą spróbować przeanalizować budowę prostownika i bufora na podstawie **rysunku 8**. Nie trzeba jednak wgłębiać się w szczegóły budowy bufora, wystarczy zapamiętać, że za pomocą dwóch zewnętrznych kondensatorów ustala się niezależnie czas ataku i czas opadania. Zagadnienie to omówiono wyczerpująco w artykule „Procesory dynamiki dźwięku część 2" w EdW 8/98.

W układzie NE572 stałe czasowe ataku i opadania wyznaczane są nie z pomocą rezystorów, tylko dwóch zewnętrznych kondensatorów (i wbudowanych dwóch rezystorów 10kΩ). Kondensator dołączony do końcówki 4 (lub 12) wyzna-



cza czas ataku, natomiast dołączony do końcówki 2 (lub 14) – czas opadania.

W typowych aplikacjach czas narastania wynosi 10ms i „kondensator ataku" ma pojemność 1µF, natomiast czas opadania wynosi 100ms, czyli druga pojemność ma wartość 10µF. Nie są to jednak sztywno ustalone wartości. Można je zmierzyć w zależności od potrzeb.

Inne ważne informacje

Oprócz podanych informacji praktyk powinien dobrze rozumieć kilka innych zagadnień.

Jedna sprawa to poziomy napięć stałych. O ile ogromna większość profesjonalnych układów audio zasilana jest napięciem symetrycznym, o tyle **kostka NE572 zawsze zasilana jest napięciem pojedynczym**. Układ NE572 zawsze współpracuje z zewnętrznym wzmacniaczem operacyjnym. Ten dodatkowy wzmacniacz operacyjny może być (i najczęściej jest) zasilany tym samym napięciem pojedynczym, ale może też mieć zasilanie symetryczne.

W przypadku zasilania wzmacniacza operacyjnego napięciem pojedynczym konieczna jest tak zwana sztuczna masa. W zasadzie to samo dotyczy układu NE572, który zawsze zasilany jest napięciem pojedynczym, a prądy wejściowe (zmienne) obwodu regulacji i prostownika muszą płynąć w obu kierunkach. Również tu potrzebna jest sztuczna masa.

W licznych układach zasilanych pojedynczym napięciem, sztuczna masa wytwarzana jest przez dwa jednakowe rezystory i kondensator filtrujący. Natomiast kostka NE572 ma „na pokładzie" źródło napięcia odniesienia o stałej wartości 2,5V±0,2V – na rysunku 8 oznaczono je skrótem P.S. Polaryzuje ono wszystkie wewnętrzne bloki kostki i jest także dostępne na nóżkach 6 i 10 na użytek dołączonego zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego.

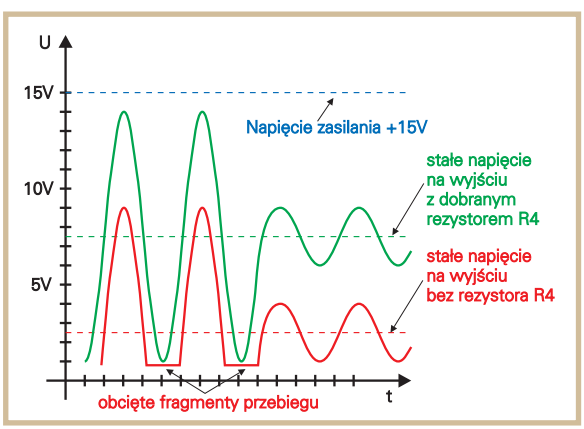
Znów nie trzeba wgłębiać się w szczegóły – wystarczy wiedzieć, że także na nóżkach 7, 9, 5, 11 oraz 3, 13 napięcie stałe wynosi w czasie pracy wspomniane 2,5V±0,2V.

We wszystkich zastosowaniach wejście nieodwracające zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego jest dołączone do nóżki 6 lub 10 układu NE572, natomiast wejście odwracające zawsze dołączone jest bezpośrednio do jednego z wyjść obwodu regulacji, czyli do nóżki 5 lub 11 – porównaj rysunki 3...6 w artykule „Uniwersalny procesor dynamiki z układem NE572" w EdW 7 i 8/98 oraz rysunki 12...14 w tym artykule.

Tym samym na obu wejściach zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego napięcie stałe wynosi około 2,5V. Wyjście wzmacniacza operacyjnego jest zawsze połączone z wejściem odwracającym tego wzmacniacza za pomocą rezystora(ów) – porównaj rysunki 12...14). Gdy w układach nie ma rezystora R4, na wyjściu wzmacniacza operacyjnego też występuje napięcie stałe około 2,5V. Wyjściowe przebiegi zmienne występują więc na tle takiego napięcia stałego. Zmienne sygnały na wyjściu nie mogą być zbyt duże, bo spowoduje to nasycenie wyjścia wzmacniacza operacyjnego i obcięcie ujemnych połówek przebiegu wyjściowego.

Jeśli w jakimś zastosowaniu sygnały wyjściowe miałyby być większe niż ±1,5V (3V międzyszczytowo), to koniecznie trzeba podnieść poziom napięcia stałego na wyjściu. W tym celu wystarczy zastosować rezystor R4 włączony między masę a wejście odwracające zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego współpracującego z kostką NE572. Przez rezystor ten popłynie dodatkowy prąd stały, który spowoduje wzrost napięcia stałego na wyjściu. **Rysunek 9** pokazuje napięcia na wyjściu w układach 12...14 bez rezystora R4 oraz z odpowiednio dobranym rezystorem R4.

Drugą istotną sprawą praktyczną jest korekcja zniekształceń i nieliniowości. Nawet w stosunkowo nowoczesnej kostce NE572 nie udaje się osiągnąć idealnej symetrii i powtarzalności wszystkich parametrów. W efekcie pewnych wewnętrznych niesymetrii, napięcie stałe na wyjściu zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego będzie się trochę zmieniać przy zmianach prądu sterującego Ister. Będzie to potem słyszalne w głośnikach jako zniekształcenia nieliniowe. W praktyce efekt ten jest zazwyczaj niewielki, ale w niektórych egzemplarzach kostki NE572 należy go skorygować. Powstające **zniekształcenia nieliniowe można zdecydowanie zmniejszyć, wpuszczając do końcówki 6 (lub 10) niewielki prąd o odpowiednio dobranej wartości z zakresu ±25µA**.



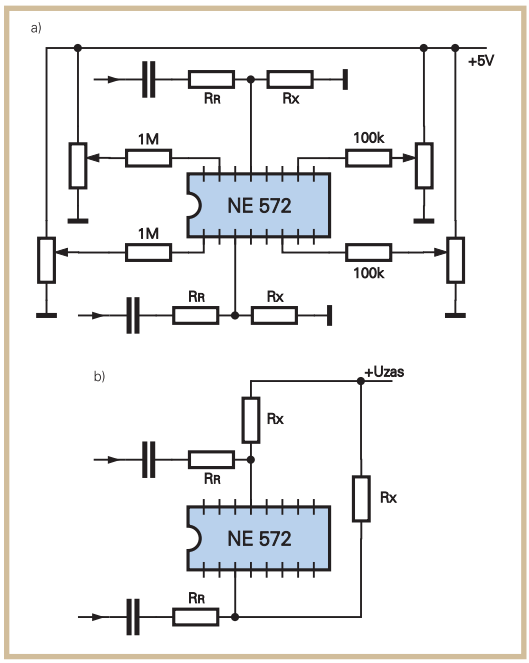
Rys. 9. Napięcia na wyjściu zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego

Kolejną sprawą jest dokładność wykonania prostowników i buforów. Układ NE572 zwiera dwa kanały, które powinny być identyczne. Zastosowane prostowniki aktywne i bufory mają jednakowe parametry (z dokładnością ±1dB) w szerokim zakresie prądów wejściowych (nóżki 3, 13), od 0,75µA do 300µA. Dla prądów poniżej 0,75µA charakterystyki obu prostowników mogą się różnić. W przypadku zastosowania układu w roli precyzyjnego stereofonicznego kompresora czy ekspandora, charakterystyki obu kanałów dla najmniejszych sygnałów mogą różnić się w zauważalny sposób. Aby wyeliminować różnice charakterystyk prostowników i buforów, wystarczy wpuścić do końcówek 1 i 15 prąd o wartości z zakresu ±3µA. Uwaga! W większości zastosowań korekcji tej nie trzeba stosować, a nóżki 1 i 15 zostawić nie podłączone.

Pokrewną sprawą jest możliwość dodatkowego wpływu na wzmocnienie w stanie spoczynku. Jak wiadomo, przy braku prądu sterującego Ister, „zmienna rezystancja" bloku G ma wartość nieskończenie wielką. W niektórych zastosowaniach korzystne jest, by w stanie spoczynku wartość ta nie była nieskończenie wielka, a w innych dobrze byłoby mieć możliwość jej płynnej regulacji „ręcznej". Przykładowo w układzie kompresora warto ograniczyć wzmocnienie przy najmniejszych sygnałach, by niepotrzebnie nie wzmacniać szumów. Podobnie w układzie ARW można i warto ograniczyć wzmocnienie, by nadmiernie nie wzmacniać szumów. Takie ograniczenie wzmocnienia przekształca zresztą układ ARW w limiter. Mając możliwość regulacji, można wykonać układ o wzmocnieniu zdalnie regulowanym napięciem czy prądem stałym.

Układ NE572 umożliwia wpływanie na „zmienną rezystancję" różnymi sposobami. Wpływa na nią nie tylko sygnał zmienny podawany na wejście prostownika (nóżki 3, 13). Jak się łatwo domyślić, wystarczy wpuścić prąd stały w końcówkę wejściową (3, 13), a układ potraktuje to jako sygnał i zmniejszy „zmienną rezystancję". Warto zauważyć, że może to być zarówno prąd wpływający, jak i wypływający – jest to przecież układ prostownika pełnookresowego. Możliwości włączenia rezystora regulacyjnego Rx pokazano na **rysunku 10a** (gdzie pokazano wspomniane wcześniej obwody korekcji) i **10b**.

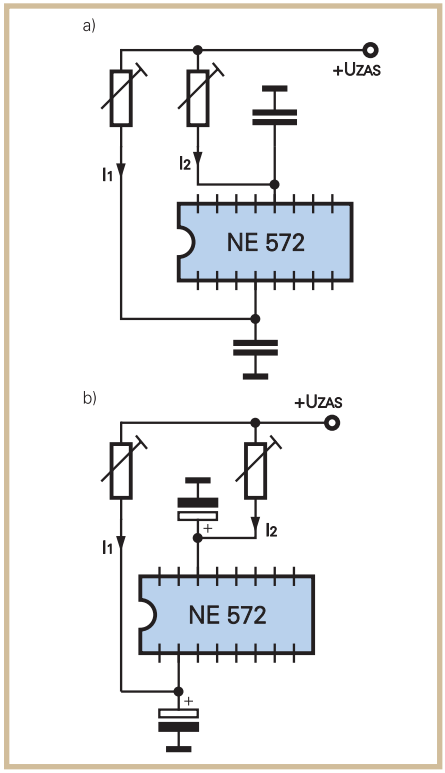
Włączenie dodatkowego rezystora w obwód nóżki 3 lub 13 nie jest jedynym sposobem wpływania na wzmocnienie. Analiza rysunku 8 wykazuje, że ten sam efekt uzyska się wpuszczając prąd (tym ra-



Rys. 10. Obwody korekcji i ustalania wzmocnienia spoczynkowego

zem wpływający) do końcówki 2 (lub 14) albo 4 (lub 12) – zobacz **rysunek 11**. Wartość prądów I1, I2 oczywiście musi być mniejsza niż 300µA.

Najprostszy sposób regulacji wzmocnienia prądem stałym za pomocą potencjometru (rysunek 11) nie jest jednak najlepszy, ponieważ ze względu na własności ucha ludzkiego, obwód regulacji powinien mieć charakterystykę logarytmiczną. W artykule „Uniwersalny procesor dynamiki



Rys. 11. Inne możliości regulacji wzmocnienia

z układem NE572" w EdW 8/98 na rysunku 11 pokazano praktyczny sposób płynnej, logarytmicznej regulacji wzmocnienia za pomocą źródła prądowego, sterowanego napięciem stałym uzyskiwanym z liniowego potencjometru. Jest to godny uwagi sposób zdalnej regulacji wzmocnienia za pomocą napięcia stałego, bo uzyskane parametry regulacyjne, dynamiczne i szumowe są znakomite. Sposób ten można stosować w urządzeniach wysokiej klasy, a napięcie regulacyjne wcale nie musi pochodzić z potencjometru, ale na przykład z przetwornika C/A współpracującego z mikroprocesorem lub układem zdalnego sterowania. Otwiera to szerokie możliwości stosowania takiego układu w różnorodnych urządzeniach.

Typowe układy

Na **rysunkach 12 – 14** pokazano podstawowe aplikacje kostki NE572. Podano też wzory.

W zasadzie warto skorzystać z podanych wzorów i tak dobrać elementy by dopasować poziomy sygnałów do konkretnych potrzeb. Wiadomo jednak, że nie wszyscy lubują się w przekształcaniu wzorów i w rachunkach.

Tacy zamiast męczyć się obliczeniami powinni kierować się następującymi prostymi wskazówkami: najpierw znając maksymalne (oczekiwane) poziomy sygnałów na wejściu i wyjściu dobrać rezystory wejściowe obwodu G i prostownika (na rysunkach 12...14 są to rezystory R1 i R2). Nie należy niepotrzebnie zmniejszać prądów pracy przez zwiększanie wartości tych rezystorów. Raczej należy się starać, by w szczytach wysterowania prądy wejściowe były bliskie odpowiednio 140µA i 300µA. Gdy te prądy będą znacznie mniejsze, nie będzie wykorzystana dynamika i zwiększy się poziom szumów.

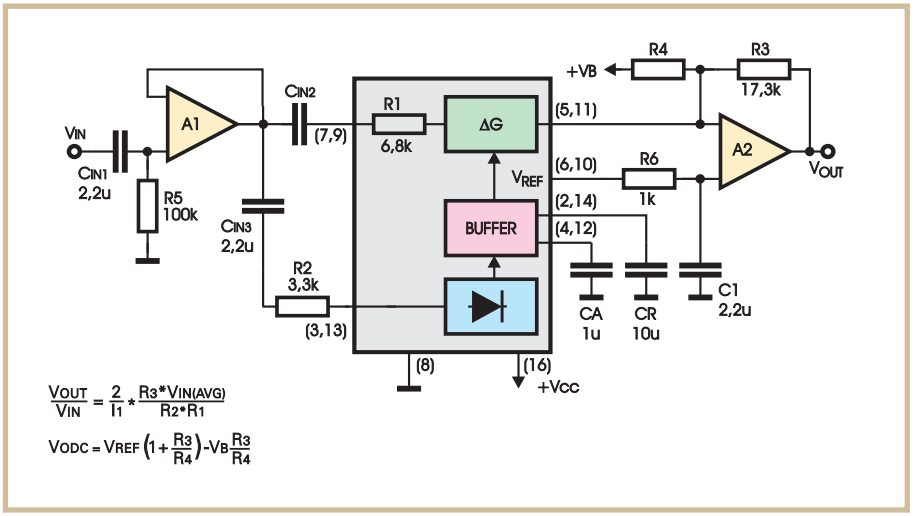
Po dobraniu rezystorów wejściowych należy dobrać wartość rezystora R3, dołączonego do wejścia odwracającego wzmacniacza operacyjnego.

Dla zmniejszenia szumów i zniekształceń, w roli zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego należy stosować szybki i niskoszumny układ – optymalna wydaje się tu popularna kostka NE5532, która przy wystarczających parametrach ma bardzo niską cenę. Oprócz tego należy zwrócić uwagę na rezystory (metalizowane, nie węglowe) i kondensatory (foliowe MKT, MKSE, a nie ceramiczne). Przy właściwym zaprojektowaniu płytki i odpowiednim filtrowaniu napięcia zasilania pozwoli to uzyskać odstęp od szumów nawet rzędu 90dB.

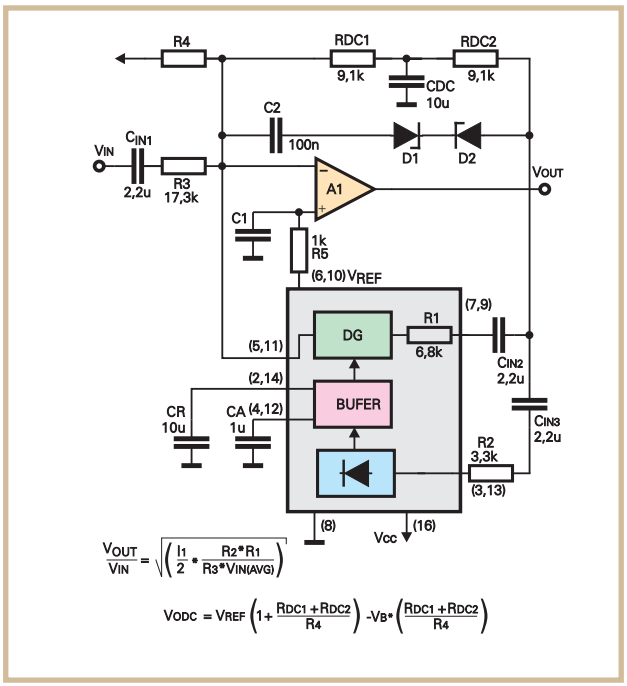
Jak już podano, do sensownego wykorzystania kostki nie jest wcale potrzebna szczegółowa wiedza o wnętrznościach układu NE572. W praktyce cała sztuka polega zwykle na wykorzystaniu katalogowego, zalecanego przez producenta schematu, ewentualnie nieco zmodyfikowanego. Najważniejsze, by nie przekroczyć dopuszczalnych prądów wejściowych: obwodu regulacji (nóżki 7, 9, prąd 140µA) i obwodu prostownika (nóżki 3, 13, prąd 300µA), oraz właściwie dobrać poziomy sygnałów i wzmocnienie spoczynkowe. Uzyskuje się to stosując odpowiednie wartości zewnętrznych rezystorów R1...R3 i Rx. Pojemności ustalające czas ataku i opadania mogą być typowe, według zaleceń producenta, ale nic nie zaszkodzi przeprowadzić próby odsłuchowe z innymi wartościami obu pojemności.

Dla dociekliwych i zaawansowanych

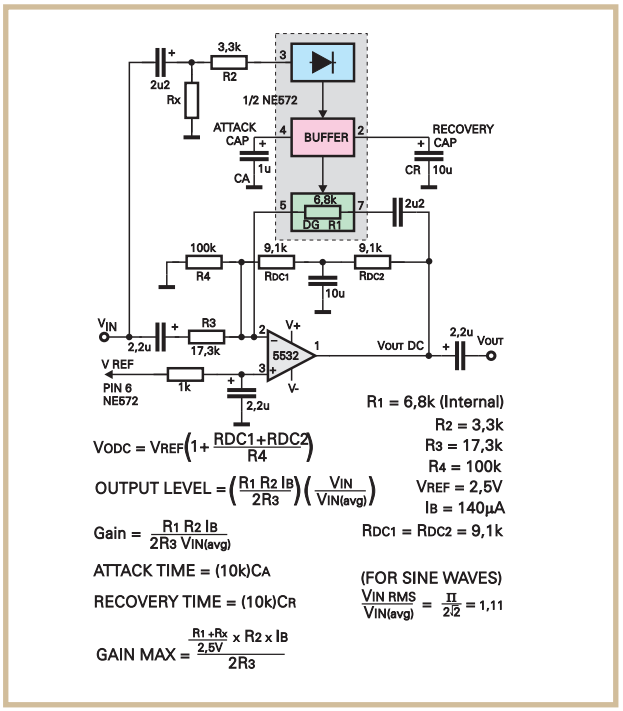
Układ NE572 jest tylko jednym przedstawicielem rodziny kompandorów



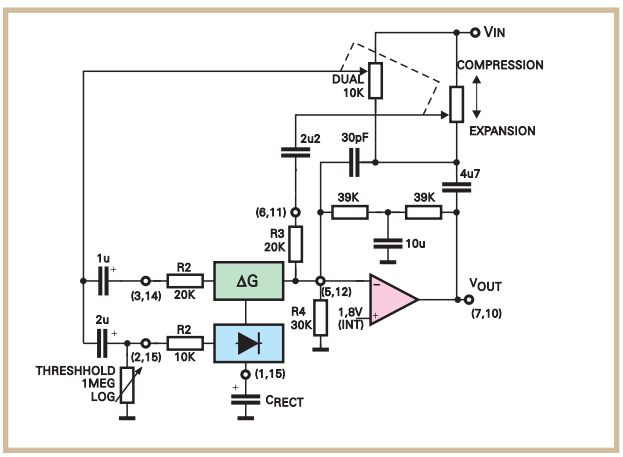
Rys. 12. Podstawowy układ ekspandora



Rys. 13. Podstawowy układ kompresora



Rys. 14. Podstawowy układ ARW (limiter)



Rys. 15. Procesor dynamiki o zmiennym współczynniku kompresji/ekspansji

(**kom**presorów i eksp**andorów**). Koncern Philips produkuje szereg podobnych kostek.

Są to na przykład układy NE570 i NE571, pierwotnie przeznaczone dla telefonii analogowej. Choć dzisiaj podobne operacje dokonywane są w centralach na drodze cyfrowej, warto wiedzieć do czego służyły kompandory w telekomunikacji. Sygnał telefoniczny był poddany kompresji w lokalnej centrali i przesyłany dalej w takiej „ściśniętej" postaci. Po dotarciu do centrali przeznaczenia, był poddawany ekspansji, czyli przywracano mu pierwotną postać. Szumy, zakłócenia i inne śmieci, które dołączyły się po drodze ulegały przy ekspansji znacznej redukcji, przez co sygnał użyteczny miał zdecydowanie lepszą jakość.

Dziś kompandory analogowe straciły swoją rolę w telekomunikacji, ale są na przykład używane we wszystkich mikrofonach bezprzewodowych. Tylko dzięki zastosowaniu kompresora w mikrofonie (nadajniku), a ekspandora w odbiorniku, w systemach mikrofonów bezprzewodowych możliwe jest uzyskanie znakomitego stosunku sygnał/szum rzędu 70...90dB. W podobnych układach zasilanych z baterii nie stosuje się ani kostek NE570/571, ani NE572, tylko układy NE575...578 przeznaczone do zasilania napięciami w granicach 1,8...7V.

Kostki NE575...578 przeznaczone są głównie do wszelkiego rodzaju radiotelefonów, gdzie znakomicie poprawiają jakość przekazu, zwłaszcza stosunek sygnał/szum. Ich wykorzystanie jest jeszcze prostsze, niż opisywanego układu NE572, bo nie trzeba nic dobierać i obliczać – niemal zawsze wykorzystuje się oryginalną katalogową aplikację.

Tabela 2 Podstawowe informacje na temat rodziny NE57X.

	NE570	NE571	NE572	NE575	NE576	NE577	NE578
Vcc	6-24V	6-18V	6-22V	3-7V	2-7V	2-7V	2-7V
Icc	3.2mA	3.2mA	6mA	3-5.5mA	1-3mA	1-2mA	1-2mA
Liczba wyprowadzeń	16	16	16	20	14	14	16
Obudowy: NE: 0 to +70C SA: -40 to +85C N: Plastic DIP D: Plastic SO F: CerDIP DJ: SSOP (Shrink Small Outline Package)	NE570F NE570N NE570D	NE571F NE571N NE571D SA571F NE571N NE571D	NE572N NE572D SA572F SA572N SA572D	NE575N NE575D NE575DK SA575N SA575D SA575DK	NE576N NE576D SA576N SA576D	NE577N NE577D SA577N SA577D	NE578N NE578D SA578N SA578D
ALC	Oba kanały	Oba kanały	Oba kanały	Prawy kanał	Prawy kanał	Prawy kanał	Prawy kanał
NAPIĘCIE ODNIESIENIA	1.8V	1.8V	2.5V	Vcc/2	Vcc/2	Vcc/2	Vcc/2
Unity Gain	775mVrms	775mVrms	100mVrms	100mVrms	100mVrms	10mV to 1V(rms)	10mV to 1V(rms)
Power Down	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES (170µA)

W przypadku dużego zainteresowania wymienionymi układami, redakcja może opublikować bliższe informacje, umożliwiające wykorzystanie bardzo pożytecznych układów NE575...578. Prosimy o listy w tej sprawie. Trzeba przyznać, że ze względu na stosunkowo dobre parametry, kostki NE570/571 od początku były używane nie tylko w telekomunikacji, ale także w urządzeniach audio średniej i wyższej klasy. W literaturze można spotkać sporo schematów różnych kompresorów, ekspandorów czy bramek szumu zrealizowanych z użyciem kostek NE570 lub NE571. Choć układy takie mogą mieć zupełnie niezłe właściwości, na pewno wykorzystanie kostki NE572 i dobrego zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego pozwoli uzyskać parametry znacznie lepsze. Dlatego w przypadku urządzeń lepszej klasy nie ma potrzeby sięgać do tych wcześniejszych kostek. Można natomiast i warto zrealizować napotkane idee, wykorzystując kostkę NE572 i modyfikując układ.

Ciekawy przykład tego typu podany jest na **rysunku 15**. Jest to układ kompandora o płynnie zmienianym stopniu kompresji (ekspansji). „Klasyczny" kompresor z układem NE572 ma współczynnik (stopień) kompresji równy 2, co z grubsza biorąc oznacza, że dynamika ulega „ściśnięciu" w takim stopniu (np. z rozpiętości 80dB uzyskuje się rozpiętość 40dB). W układzie z rysunku 15 można uzyskać mniejszy stopień kompresji. Warto zauważyć, że oprócz zmiany stopnia

kompresji (za pomocą podwójnego potencjometru), można również zmieniać spoczynkowe wzmocnienie układu (potencjometrem Treshold).

Więcej interesujących przykładów wykorzystania kostek NE570/571 oraz NE572 można znaleźć w kartach katalogowych tych układów (w katalogach Philips lub w polskiej wersji w katalogu USKA) oraz w oryginalnych notach aplikacyjnych AN174, AN175 i AN176.

(red)

Mikrokontrolery? To takie proste...

Część 17
Peryferyjne układy wejścia-wyjścia

Dzisiejszy odcinek cyklu o mikrokontrolerach rodziny 8051 poświęcimy układom peryferyjnym I/O, czyli tzw. wejścia-wyjścia (ang. "Input/Output). Omówione zostaną typy układów, najciekawsze rozwiązania konstrukcyjne, od tych najprostszych do nieco bardziej skomplikowanych. Aby jednak zachować związek z cyklem o mikroprocesorach , wszyskie przedstawione w artykule układy będą w 100% kompatybilne z komputerkiem edukacyjnym AVT-2250, z którym wielu z Was, drodzy Czytelnicy pracuje już od kilku miesięcy. Zapoznamy się z kilkoma rozwiązaniami praktycznymi, a analiza przykładowych procedur obsługi tych układów pozwoli na zrozumienie zasady ich działania oraz nauczy każdego elastycznie dołączać dodatkowe urządzenia wejścia-wyjścia do dowolnego układu mikroprocesorowego, opartego o procesory serii '51, a także podobne.

Co to są właściwie te układy wejścia/wyjścia i do czego służą?. Najprostszą odpowiedzią na to pytanie niech będzie przykład, kiedy to za pomocą mikroprocesora (pracującego np. w układzie komputerka edukacyjnego - z zewnętrzną magistralą danych) chcemy wysterować wiele (np. 20) żarówek, zapalając je na przemian, tak jak to się dzieje w przypadku popularnych węży świetlnych. Każdy w tym miejscu powie, że do tego potrzebne będą układy pośredniczące (tzw. mocy), bowiem jak wiemy obciążalność prądowa wyjść portów procesora jest niewielka, zresztą żarówki pracują w większym zakresie napięć, toteż dołączenie ich bezpośrednio do mikrokontrolera z pewnością przyczyniło by się do jego uszkodzenia. Jest to prawdą, ale czy do końca? Odpowiedź z pewnością znajdziecie w niniejszym artykule.

PROSTE UKŁADY WYJŚCIOWE

Na rys.1 pokazano przykładowe dołączenie 8-miu niskonapięciowych żarówek do jedynego, wolnego portu procesora 8051, pracującego z zewnętrzną pamięcią programu - tak jak nasz komputerek edukacyjny. Jak widać w naszym przykładzie zastosowano, jako bufor mocy popularny układ ULN2803, który jest ośmiokrotnym buforem mocy, dodatkowo zabezpieczony diodami zwrotnymi przed przepięciami.

Zamiast takiego układu, można np. posłużyć się bramkami TTL z otwartym kolektorem i wyjściami wysokonapięciowymi. Do takich układów należą np.:

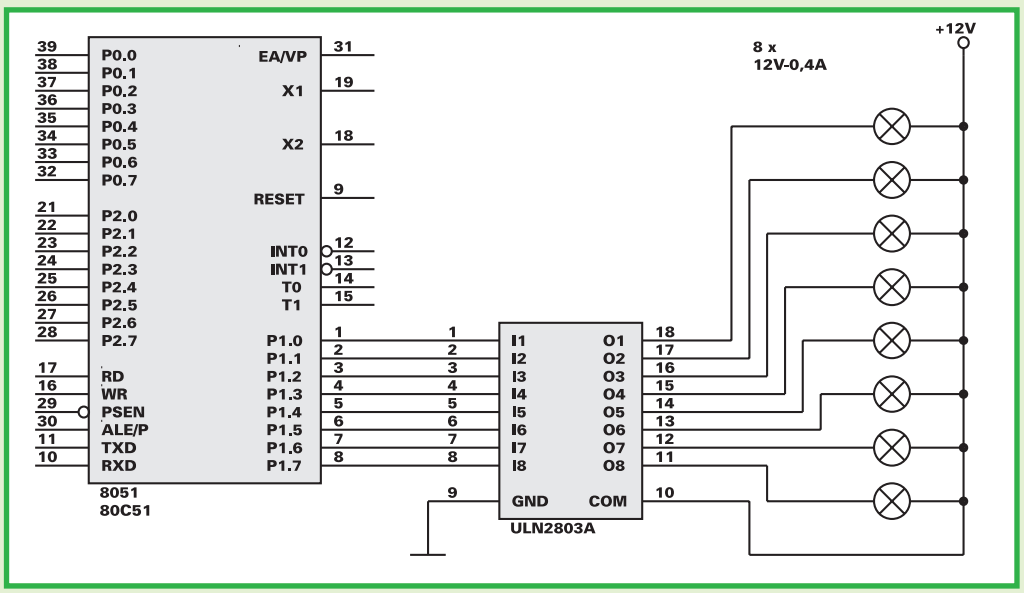
7406 - 6-krotny inwerter z wysokonapięciowym wyjściem (do +30V) typu otwarty kolektor. Ociążalność każdej bramki wynosi dodatkowo 10 wejść TTL.

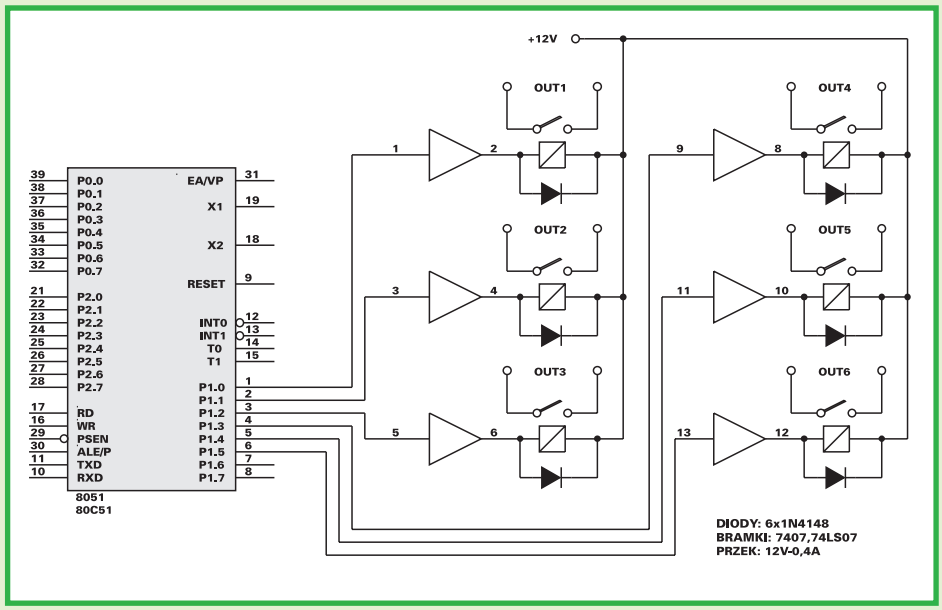
7407 - 6-krotny wzmacniacz, bufor, z wysokonapięciowym wyjściem (do +30V) typu otwarty kolektor. Obciążalność każdej bramki wynosi 25 wejśc TTL.

7438 - 4 dwuwejściowe braki NAND typu otwarty kolektor ze zwiększoną obciążalnością do 30 wejść TTL.

Nie będę tu przytaczał schematów wewnętrznych tych układów, wszystkie one mniej lub bardziej dokładnie zostały omówione w cyklu artykułów "Pierwsze kroki w cyfrówce" w EdW. Na rys.2 przedstawiono sposób na zwiększenie obciążalności wyjść procesora za pomocą jednego z w/w układów do sterowania sekcją 6-ciu przekaźników. Do tego celu zaprzęgnięto 1 układ 7407. Dodatkowo każdą cewkę przekaźnika zbocznikowano diodą małosygnałową w celu tłumienia przepięć tworzących się w cewce podczas zdejmowania napięcia z jej zacisków.

Rys. 1 Dołączenie sekcji żarówek do procesora 8051





Rys.2 Sterowanie przekaźnikami za pomocą portu P1 procesora.

Aby zilustrować sterowanie taką sekcją przekaźników posłużmy się przykładem. Otóż aby załączyć np. tylko wyjścia OUT1, OUT2 i OUT5, należy wykonać instrukcję:

```
MOV     P1, #101100b      ;wyzerowanie bitów - końcówek
                          0, 1 i 4 portu P1
```

Wyzerowanie odpowiednich końcówek portu P1 spowoduje "otwarcie" wyjścia odpowiedniej bramki i załączenie przekaźnika. Te przekaźniki, które mają pozostać wyłączone, powinny mieć ustawione odpowiednie bity rejestru portu P1. W naszym przykładzie są to bity 2, 3 i 5 (bity numeruje się od zera), co odpowiada przekaźnikom OUT3, OUT4 i OUT6.

Można także włączyć lub wyłączyć dowolny przekaźnik oddzielnie, jaką instrukcją, to zapewne już wiecie, ano chociażby włączenie przekaźnika OUT4 realizowane jest za pomocą polecenia:

```
CLR  P1.3         ;włączenie przekaźnika OUT4
```

a wyłączenie

```
SETB  P1.3        ;wyłączenie przekaźnika OUT4
```

Zauważmy że takie sterowanie przekaźnikami "od plusa" zasilania (kiedy cewka znajduje się po stronie dodatniego napięcia a nie masy) w układach procesorowych dodatkowo zabezpiecza przekaźniki, przed przypadkowym, krótkotrwałym włączeniem w przypadku, kiedy uruchamiamy cały układ. Jak bowiem wiecie z poprzednich odcinków klasy mikroprocesorowej, procesor po włączeniu zasilania "zeruje się" i na wszystkich jego portach wstępnie ustawiają się stany wysokiej impedancji, co dla bramek TTL jest po prostu jedynką. Dlatego w takiej sytuacji przekaźniki pozostaną wyłączone.

Dlatego w tak prostych układach sterowania, np. przekaźnikami nie zaleca się stosowania bramek np. 7406. Wspominałem o tym już w pierwszych dwóch numerach klasy mikroprocesorowej ponad rok temu.

Przedstawione powyżej przypadki to najprostsze z możliwych przykłady urządzeń wyjścia (ang. "Output") w układach mikroprocesorowych. I nie są to bynajmniej wspominane żarówki, czy przekaźniki oraz towarzyszące im elementy, ale "to co nimi steruje". W tym przypadku jest to port P1 procesora - to on był właśnie układem wyjścia, wyposażone dodatkowo w bufory zwiększające jego obciążalność.

PROSTE UKŁADY WEJŚCIOWE

Często zachodzi potrzeba monitorowania stanów logicznych na kilku liniach jednocześnie i podejmowania w związku z tym określonych działań. Najprostszym przykładem jest "obserwacja" przez procesor linii dozorowych w systemie alarmowym. Na rys.3 pokazano uzbrojone wejścia portu P1, jako najprostszy układ wejściowy procesora. Rolę buforów wejściowych pełnią bramki zabezpieczone dodatkowo na wejściach przez przepięciami diodami małosygnałowymi lub transilami. Te ostatnie to nowoczesne elementy potrafiące "gasić" przepięcia sięgające kilkuset woltów i trwające mikrosekundy - a więc bardzo krótko, wystarczająco jednak długo aby zniszczyć bramkę, a co za tym idzie cały układ scalony. Oczywiście nie muszę w tym miejscu przestrzegać przez bezpośrednim dołączaniem wysokonapięciowych linii zewnętrznych do wejść procesora, może mieć to bowiem złe skutki i spowodować awarię całego systemu.

W układzie w celu wyeliminowania stanów przejściowych zastosowano bramki Schmitta zawarte w popularnym układzie 74132. Taki system pozwala na monitorowanie sygnałów cyfrowych nadchodzących np. ze znacznej (jak na układy cyfrowe) odległości, czyli już od 50 cm w górę nawet do kilku metrów. Układy wejściowe dostosowane do większych napięć przedstawimy przy innej okazji, już teraz można jednak stosować chociażby np. proste dzielniki napięcia dodatkowo transilami lub diodami.

Odczyt stanu na danym wejściu możliwy jest podobnie jak w przypadku wyjść. Można więc odczytać cały port na raz np. za pomocą instrukcji:

```
MOV   A, P1
```

a potem analizować poszczególne bity akumulatora, lub monitorować każdy pin portu oddzielnie. Nie należy jednak zapomnieć, aby przedtem zainicjować końcówkę portu jako wejście wpisując do rejestru tego portu logiczną jedynkę, za pomocą instrukcji:

```
SETB    P1.x
```

gdzie x - oznacza numer końcówki portu P1. Sytuacja taka jest konieczna tylko wtedy, kiedy od momentu uruchomienia (zasilenia) procesora, port P1 (lub niektóre jego piny) były wykorzystywane jako wyjścia pracujące w stanie logicznego "0".

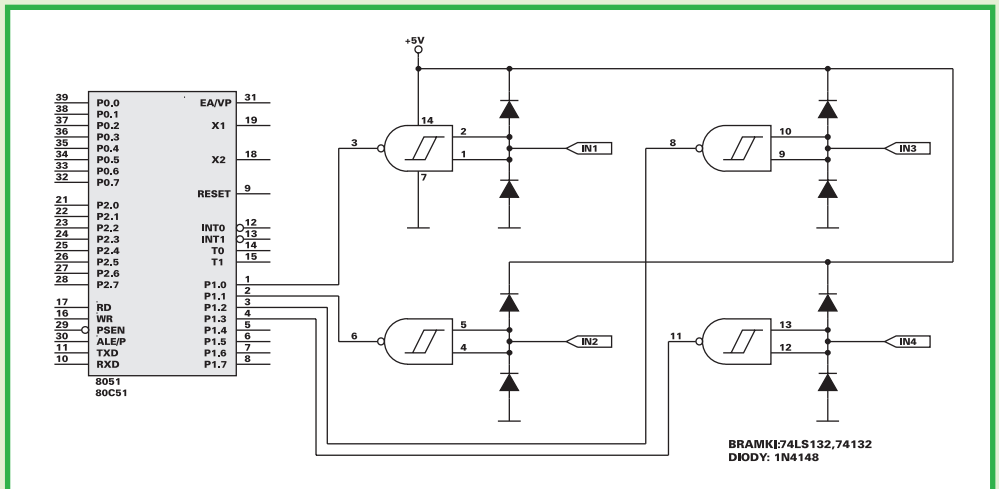
Toteż jeżeli przedtem użyłeś polecenia np.

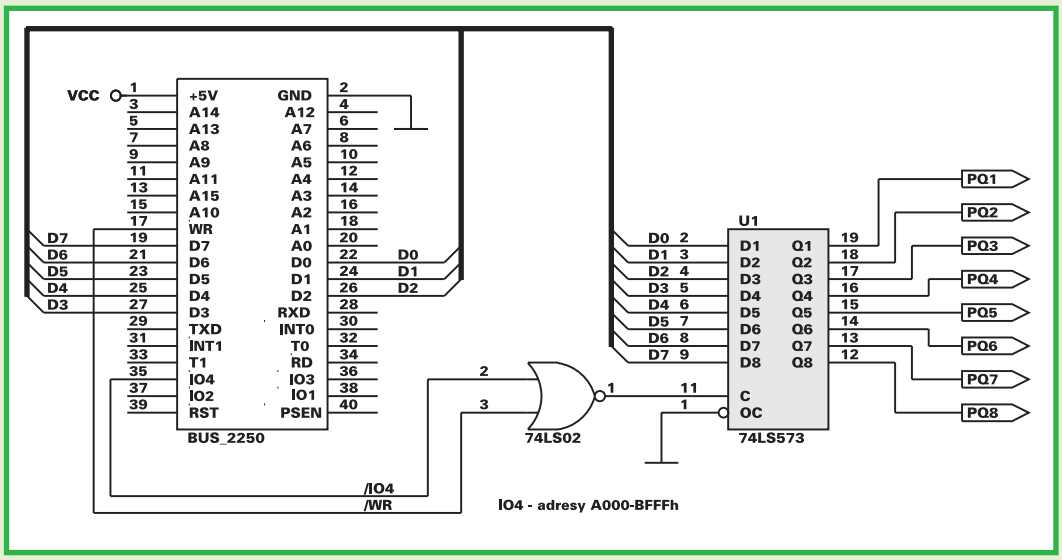
```
CLR   P1.5        ;ustawienie stanu
                  logicznego "0" na
                  końcówce 6
                  procesora
```

zerowałeś jakieś piny portu P1 poleceniem

```
MOV   P1, xx
```

Rys.3 Najprostszy sposób na bezpieczny monitorowanie sygnałów niskonapięciowych z zakresu -0,5... +5,5V.





Rys.4 Dołączenie zewnętrznego portu wyjściowego

gdzie xx to albo stała albo rejestr zawierający liczbę z wyzerowanymi bitami

powinieneś, przed użyciem tego pinu jako wejścia, ustawić w rejestrze portu P1 jego bit, np. poleceniem:

```
SETB    P1.5
```

tylko raz, a potem odczytywać stan końcówki, gdy zajdzie potrzeba przy pomocy instrukcji np.

```
MOV     C, P1.5
```

lub testować końcówkę portu wprost za pomocą instrukcji np. skoków warunkowych

```
JB      P1.5, ustawiony

.....   ; instrukcje, gdy stan na pinie 5 portu P1 jest niski
```

ustawiony:

```
.....   ; instrukcje, gdy stan na tej końcówce jest wysoki
```

... ZA MAŁO..., ODWIECZNY PROBLEM

W praktyce, kiedy mamy do czynienia z procesorami 8051 pracującymi z zewnętrzną pamięcią programu, do wykorzystania pozostaje jedynie port P1 oraz niektóre końcówki portu P3. Porty P0 i P2 są zajęte generowaniem sygnałów na szynie adresowej w celu odczytu kolejnych instrukcji z pamięci programu - EPROM, lub odczytem / zapisem danych do zewnętrznej pamięci danych (SRAM). Wtedy w najlepszej sytuacji mamy do wykorzystania wolne piny:

- P1.0... P1.7 - 8 końcówek

- P3.2 (INT0), P3.3 (INT1), P3.4 (T0), P3.5 (T1), P3.0 (RXD), P3.1 (TXD) - 4 końcówki

- P3.6 (WR) i P3.7 (RD) - dodatkowo 2 końcówki, jeżeli nie korzystamy z zewnętrznej pamięci danych

W sumie więc mamy do dyspozycji 16 uniwersalnych końcówek wejścia/wyjścia (I/O). Niestety często okazuje się że to stanowczo za mało. Wtedy z pomocą może nam przyjść rozbudowanie układów wejścia/wyjścia za pomocą dodatkowych układów cyfrowych (np. serii TTL), dołączonych do magistrali procesora.

Dzięki takim układom oraz za pomocą instrukcji odwołujących się do zewnętrznej pamięci danych (MOVX.....) możliwe jest "ustawianie" lub odczytywanie większej - praktycznie dowolnej ilości końcówek cyfrowych.

Na rys.4 przedstawiony jest dobudowany do magistrali komputerka edukacyjnego prosty układy wyjściowy. BUS_2250 to złącze - magistrala komputerka znajdująca się na płytce bazowej w postaci 2-rzędowego 40-pinowego złącza, na jej krawędzi.

Zastosowano układ scalony, 74LS573, który jest 8-bitowym latch'em, znanym z konstrukcji komputerka AVT-2250, gdzie pełnił rolę zatrzasku młodszej części 16-bitowego adresu. Dla przypomnienia powiem, że podanie wysokiego poziomu logicznego na wejście C (pin 11) układu 74LS573 powoduje przeniesienie stanów logicznych panujących na wejściach D1...D8 tego układu odpowiednio na wyjścia Q1...Q8. Wejście OC steruje trójstanowymi wyjściami Q1...Q8. Podanie stanu niskiego na tę końcówkę powoduje odblokowanie wyjść Q1...Q8, dzięki czemu zatrzaśnięte z wejść D1...D8 stany logiczne pojawią się na wyjściach układu U1.

Utrzymywanie tej końcówki w stanie logicznej "1" powoduje ustawienie wszystkich wyjść w stan wysokiej impedancji.

W tabeli 1 przypominam zasadę działania układu 74573. Znaczenie symboli jest następujące:

Z – stan wysokiej impedancji
H – stan wysoki (logiczny)
L – stan niski (logiczny)
x – stan nieistotny (dowolny)

Tabela 1

wejścia			wyjścia
OC	C	D	Q
H	x	x	Z
L	L	x	bez zmian
L	H	L	L
L	H	H	H

Ponieważ w naszym przykładzie układ U1 pracuje jako wyjściowy, końcówkę OC dołączyliśmy do masy, tak aby na wyjściach panował stan - zatrzaśnięty z wejść D1...D8 podczas opadającego zbocza sygnału na wejściu "C" (pin 11).

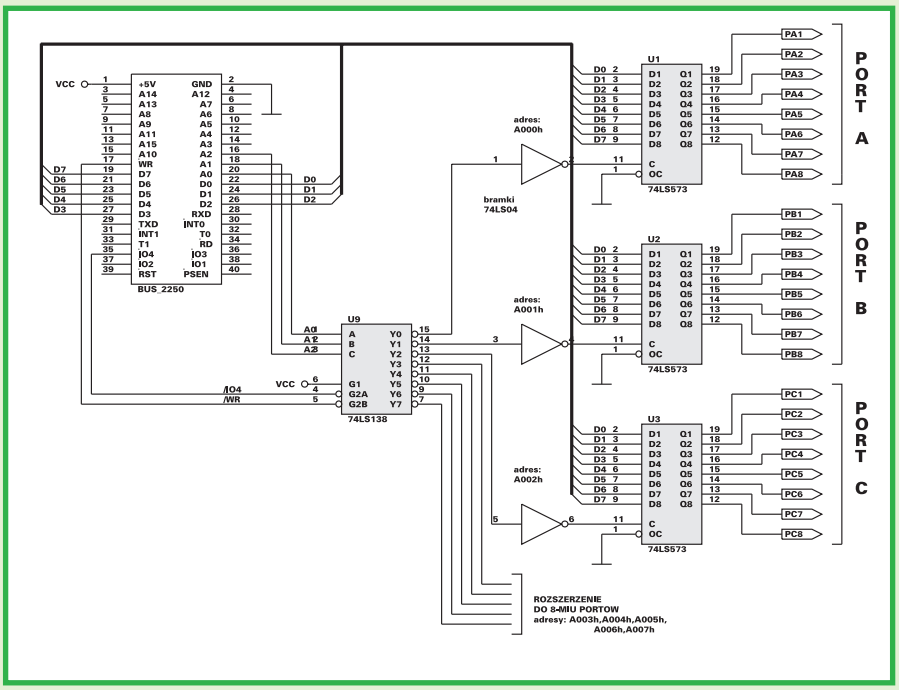
Nie wchodząc na początku w szczegóły powiem, że układ z rys.4 pozwala na zapamiętanie stanów cyfrowych na ośmiu wyjściach (Q1...Q8) układu U1 za pomocą instrukcji:

```
MOV     DPTR, #IO4

MOV     A, #10101010b

MOVX  @DPTR, A
```

W przykładzie tym wykonanie instrukcji spowoduje ustawienie na przemian stanów logicznych wysokich i niskich na końcówkach Q1...Q8 portu U1. Stanie się tak za sprawą zapisania liczby 10101010b pod adres w zewnętrznej przestrzeni adresowej od adresu IO4 (A000h).

Przeanalizujmy zapis do układu U1. Procesor wykonując instrukcję MOVX,... powoduje pojawienie się stanu niskiego na końcówce IO4 złącza komputerka w przypadku kiedy w rejestrze DPTR znajdzie się dowolny adres z zakresu A000h...BFFFh. Równocześnie w momencie zapisu do rejestru procesor podaje stan niski na linię /WR, co w efekcie powoduje powstanie stanu wysokiego na wyjściu braki 74LS02 (rys.4), która realizuje negację sumy logicznej sygnałów /WR i /IO4. Wysoki stan na wyjściu tej bramki powoduje zapisanie danych D0...D7 z szyny danych procesora 8051 do rejestru U1, a dzięki temu, że wejście /OC U1 jest zwarte do masy, dane te pojawią się natychmiast na wyjściach Q1...Q8 zatrzasku U1.

W ten sposób za pomocą jednej bramki logicznej, jednego układu scalonego (U1) oraz trzech instrukcji zrealizowaliśmy prosty układ portu wyjściowego o ośmiu wyjściach. Wyjścia tse, podobnie jak opisywanego wcześniej portu P1, można teraz wykorzystać do dowolnych celów, np.. do sterowania układami wykonawczymi dowolnych urządzeń, np. 8-kanałowego węża świetlnego.



Rys.5 Jeden ze sposobów na rozbudowanie ilości układów I/O procesora.

Zapisując dowolne, zależne od sytuacji wartości za pomocą instrukcji podanych w ostatnim przykładzie (w miejsce #10101010b) możemy wpływać na stany 8-miu wyjść portu U1, a dzięki temu sterować maksymalnie 8-moma urządzeniami zewnętrznymi.

Na rys.5 przedstawiłem sposób na powiększenie ilości układów wyjściowych. Jak widać do tego celu wykorzystano dodatkowy układ dekodera 74LS138 (U9). Dzięki takiemu rozwiązaniu, za pomocą 1 dekodera '138 możliwe jest zaadresowanie maksymalnie 8-miu rejestrów typu 74LS573. Aby zrozumieć schemat ideowy najlepiej jest znaleźć podobieństwa z rys.4. W tym przypadku dekoder U9 dekoduje 3 najmłodsze linie adresowe magistrali procesora: A2,A1 i A0. Dzięki temu każdy z rejestrów 74LS573 może być zapisany oddzielnie, za pomocą sekwencji instrukcji podanych w poprzednim przykładzie, z tym że inne będą wartości wpisywane do rejestru DPTR. I tak aby np. zaadresować (zapisać) rejestr U3 należy posłużyć się instrukcjami:

```
MOV     DPTR, #IO4_U3
MOV     A, # 11001100b

MOVX    @DPTR, A
```

wcześniej należy jednak umieścić deklarację opisującą zapis: IO4_U3, tzn.

```
IO4_U3          equ     A002h
;bo IO4=A000h +2 (ofset U3)
```

Można także zapisać adres od razu do rejestru DPTR, instrukcją:

```
MOV     DPTR, #A002h
```

a efekt będzie ten sam.

W układzie z rys.5 sygnały /IO4 i /WR zostały dołączone do dwóch wejść zezwalających dekodera U9, dzięki czemu w momencie gdy jeden i drugi przyjmuje stan "0" dekoder zostaje odblokowany i uaktywnione zostaje (stanem niskim) jedno z 8-miu wyjść układu U9, zależnie od stanu linii adresowych A2...A0.

Stan niski z wyjścia dekodera U9 zostaje zanegowany przez dołączoną do niego bramkę negacji (NOT) a następnie w postaci dodatniego impulsu (zapisu) powoduje zatrzaśnięcie danych D0...D7 z magistrali komputerka w jednym z rejestrów 74LS573. Reasumując aby "wysterować" poszczególne rejestry, i każde z ich 8-miu wyjść, należy do DPTR wpisać ich odpowiednie adresy, i tak:

```
dla U1   - MOV  DPTR, #0A000h

dla U2   - MOV  DPTR, #0A001h

dla U3   - MOV  DPTR, #0A002h

dla U8   - MOV  DPTR, #0A007h
```

a następnie wykonać zapis do akumulatora stanu 8-miu wyjść danego rejestru, np. :

```
MOV     A, 11111110b            ;tylko wyjście Q8 w stanie "0", reszta "1"
```

i wykonać zapis

```
MOVX    @DPTR, A
```

i to wszystko, prawda że proste!

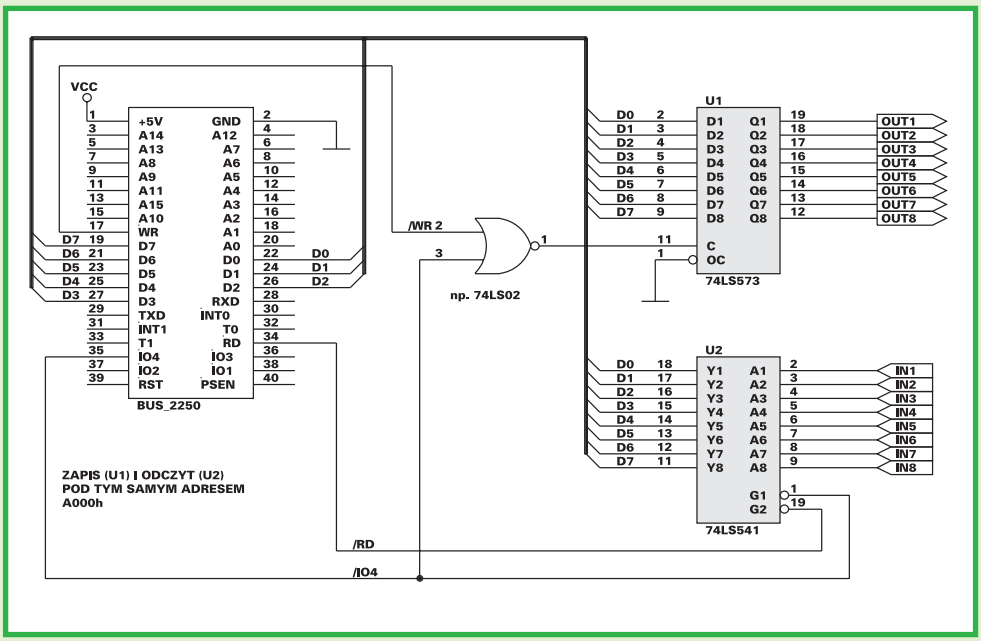
Na rys.5 nie pokazano, ze względu na oszczędność miejsca dołączenia pozostałych 5-ciu rejestrów U4...U8, ale sposób sterowania i podłączenia do dekodera jest identyczny jak w przypadku U1...U3, czyli do wyjść dekodera U9 poprzez bramki negacji.

We wszystkich pokazanych przykładach można używać układów w wersjach CMOS, np. 74HCT138, 74HCT04, 74HCT573, itp., należy jednak pamiętać aby uwzględnić mniejszą obciążalność wyjść tych ostatnich przy dołączaniu dodatkowych układów wyjściowych. Uwaga ta będzie dotyczyć także pozostałych przedstawionych w artykule przykładów.

No dobrze, układy wyjściowe, umożliwiające sterowanie zewnętrznymi urządzeniami mamy w zasadzie omówione, no przynajmniej te najprostsze rozwiązania. Pora przejść do układów, które umożliwią odczyt zewnętrznych stanów logicznych przez procesor, krótko mówiąc "badanie" cyfrowych sygnałów dochodzących z zewnątrz do układu komputerka.

Rysunek 6 przedstawia prosty sposób na sterowanie zapisem i odczytem 8-miu zewnętrznych linii cyfrowych. Spójrzmy przez chwilę jedynie na zastosowanych tu nowy układ scalony U2 – 74LS541.

Jest to 8-mio bitowa "brama", dzięki które możliwy jest transfer danych z jej



Rys.6 Sposób na wykorzystanie tego samego adresu do sterowania zapisem (U1) i odczytem (U2) sygnałów cyfrowych.

wejść (A1...A8) na wyjścia (Y1...Y8) w momencie, kiedy oba sygnały sterujące G1, G2 znajdują się w stanie niskim. Innymi słowy, kiedy podamy na wejścia G1, G2 stan niski, to "to" co pojawi się na wejściu (np. A1) pojawi się także na wyjściu Y1. W przeciwnym przypadku, gdy jedno (lub oba) wejścia znajdują się w stanie wysokim, wszystkie wyjścia Y1...Y8, znajdują się z stanie wysokiej impedancji. Dzięki temu m.in. możliwe jest zastosowanie tych układów w systemach mikroprocesorowych, takich jak komputerek edukacyjny.

Tabela 2 opisuje działanie układu.

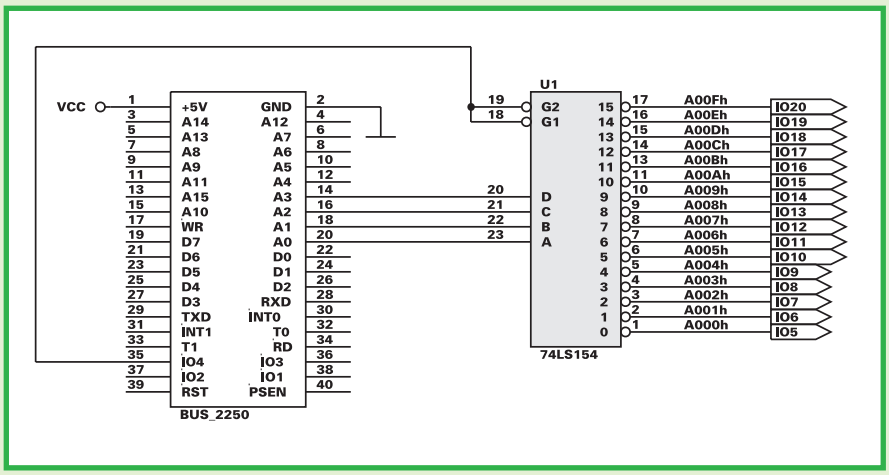
Tabela 2

wejścia			wyjścia
G1	G2	A	Y
H	x	x	Z
x	H	x	Z
L	L	L	L
L	L	H	H

Popatrzmy na tę część schematu, która odnosi się do układu U2, bowiem sposób podłączenia U1 i bramki NOR został już omówiony. Podobnie jak w przypadku układu wyjściowego (U1) podłączony został bufor wejściowy U2. W tym przypadku obyło się jednak bez korzystania z dodatkowej bramki sumy logicznej, bowiem, wykorzystano dwa wejścia zezwalające G1 i G2 układu 74LS541. Jedno z tych wejść dołączono do sygnału /RD procesora, a drugie do sygnału /IO4, który jak wiemy przyjmuje stan niski w momencie adresowania obszaru A000h...BFFFh procesora. W ten prosty sposób, kiedy np. chcemy odczytać stany wejść A1...A8 układu U2, możemy to zrobić za pomocą instrukcji:

```
MOV     DPTR, #IO4

MOVX A, @DPTR
```

i to wszystko. W akumulatorze znajdzie się liczba, której poszczególne bity odpowiadają stanom na wejściach A1...A8 w momencie odczytu (tzn. kiedy sygnał /RD przyjmuje stan niski) przez mikroprocesor portu U2.



Rys.7 Zastosowanie układu demultipleksera jako dekodera adresów

W tym miejscu bardziej wnikliwi czytelnicy mogą dostrzec problem, który może pojawić się jeżeli w obszarze adresowym dekodowanym przez sygnał IO4 pojawi się inny układ, np. pamięć (lub jej część) statyczna SRAM. Wtedy odczytując port U2 (adres 0A000h) odczytana może zostać komórka w pamięci SRAM. W przypadku gdy obie dane pochodzące z portu i pamięci nie będą zgodne nastąpi efekt iloczynu montażowego, który w najbardziej niekorzystnym przypadku (przy użyciu układów serii LS) może spowodować uszkodzenie pamięci lub portu U2. Dlatego w przykładach omawianych w niniejszym artykule, należy sprawdzić, aby pamięć SRAM w komputerku miała pojemność 8kB (typ 6264). W przypadku gdy posiadasz pamięć 62256 (32kB), należy przełączyć zworę JP3 na płytce bazowej komputerka na adres C000h a programy testujące porty I/O opisane w artykule, kompilować oczywiście z dyrektywą:

```
ORG     C000h
```

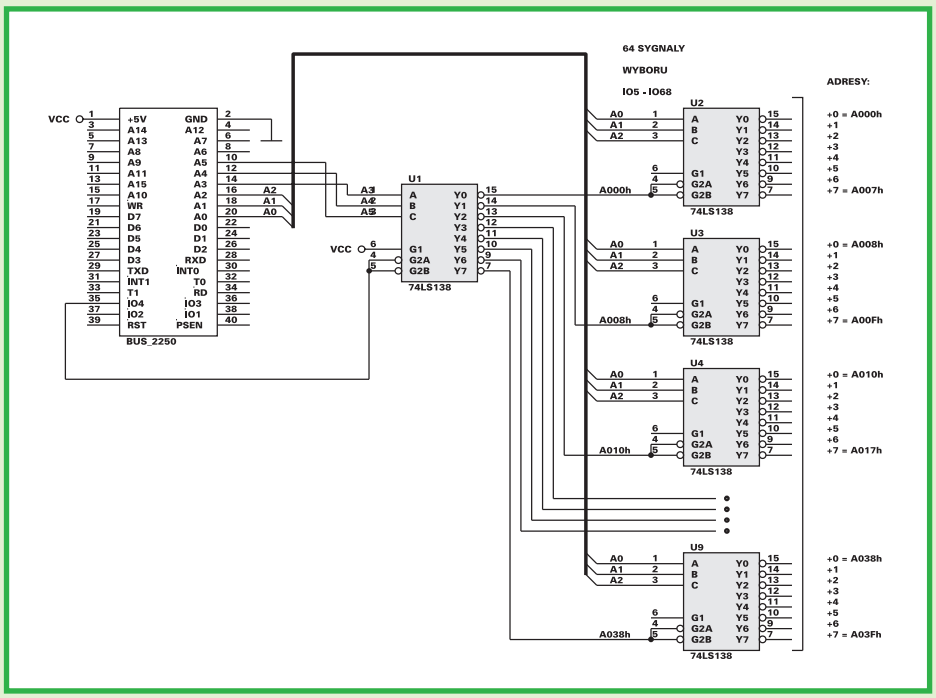
Na rys.7 przedstawiono sposób na zwiększenie liczby sygnałów wyboru I/O do 16-tu za pomocą zwykłego układu demultipleksera 74LS154. Dzięki takiemu dołączeniu linii adresowych oraz sygnału /IO4 komputerka do układu U1, w prosty sposób uzyskujemy dodatkowe linie sterujące dowolnymi urządzeniami np. I/O, takimi jakie opisałem wcześniej. W układzie z rys.7 poszczególne wyjścia IO5...IO20 odpowiadają następującym adresom:

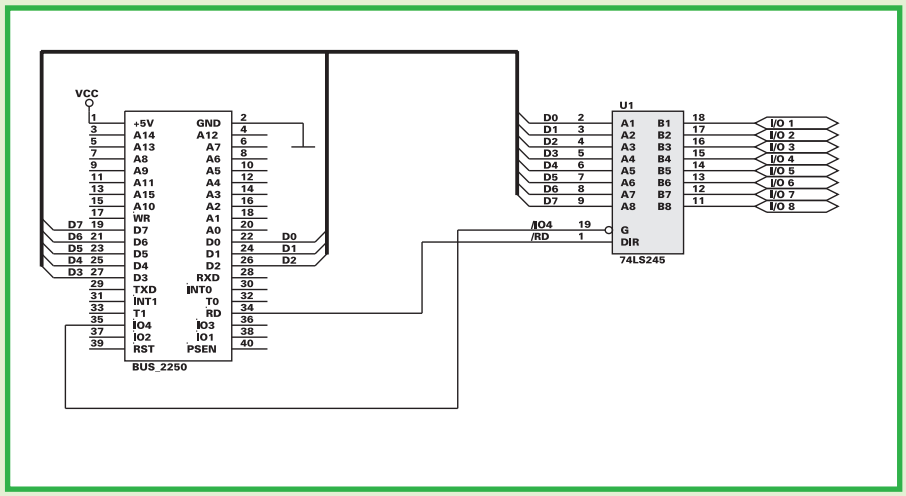
IO5, adres A000h
IO6, adres A001h
IO7, adres A002h
IO8, adres A003h
IO9, adres A004h
IO10, adres A005h
IO11, adres A006h
IO12, adres A007h
IO13, adres A008h
IO14, adres A009h
IO15, adres A00Ah
IO16, adres A00Bh
IO17, adres A00Ch
IO18, adres A00Dh
IO19, adres A00Eh
IO20, adres A00Fh

Na kolejnym rysunku 8 pokazany jest sposób na generowanie wielu sygnałów wyboru I/O za pomocą kaskadowo połączonych dekoderów 74138. Jak widać, dzięki układowi U1 możliwe jest wysterowanie kolejnych dekoderów U2...U9 i w efekcie uzyskanie 64 sygnałów wyboru. Analizując powyższy schemat należy zwrócić uwagę na sposób dołączania poszczególnych linii adresowych do wejść A,B i C dekoderów 74138.

Zrozumienie zasady łączenia wejść adresowych pozwoli na samodzielne, dowolne organizowanie przestrzeni adresowej procesora. Kolejne przykłady przybliżą Ci to, drogi Czytelniku.

Rys.8 Sposób na kaskadowe łączenie dekoderów 74138





Rys.9 Zastosowanie dwukierunkowej bramy logicznej

Rysunek 9 przedstawia zastosowanie trzeciego ciekawego układu scalonego z popularnej serii TTL, mianowicie dwukierunkowej 8-mio bitowej bramy logicznej.

Podobnie jak poprzednio wyjaśniam, że układ 74LS245 potrafi przekazywać dane z wejść A1...A8 na wyjścia B1...B8 i odwrotnie, tzn. z B1...B8 (które wtedy są wejściami) na A1...A8 (które pełnią rolę wyjść), w zależności od poziomu na końcówce DIR (pin 1). Tabela 3 przedstawia zależności logiczne układu.

Tabela 3

wejścia		funkcja
G	DIR	
H	H	A = B = Z
H	L	A = B = Z
L	H	A -> B
L	L	A <- B

Jak widać z tabeli podanie stanu wysokiego na wejście DIR układu powoduje przekazanie danych z A1...A8 odpowiednio na wyjścia B1...B8, i odwrotnie podanie stanu niskiego powoduje przekazanie stanów z B1...B8 na A1...A8. Sygnał G służy do uaktywniania układu. Podanie na ten pin stanu wysokiego powoduje ustawienie końcówek A1...A8 i B1...B8 w stan wysokiej impedancji.

Należy zwrócić uwagę, że układ 74LS245 nie jest zatrzaskiem, tzn. że nie zapamiętuje danych z wejść, lecz je tylko "przekazuje" na wyjścia.

W układzie przykładowym z rys.9 sterowanie kierunkiem przepływu informacji następuje pod wpływem sygnału /RD procesora, dołączonego do wejścia DIR układu bramy U1. W takiej konfiguracji układ wykorzystywany jest działa podobnie jak 74LS541, przekazuje dane z wejść B1...B8 na wyjścia A1...A8 a dalej na szynę danych procesora (komputerka) D0...D7. Kiedy procesor adresuje bufor poprzez sygnał zapisu (/WR) uaktywniony zostaje sygnał IO4, który powoduje przekazanie stanów z szyny danych komputerka D0...D7 na końcówki B1...B8 bramy U1. Ktoś może zauważyć, że taki sposób obsługi układu w trybie zapisu może być "nieelegancki", bowiem w procesie aktywacji układu U1 nie jest wykorzystywany sygnał zapisu /WR. I choć na pierwszy rzut oka jest to prawdą, to w praktyce takie sterowanie wystarcza. Ja jednak proponuję Ci, drogi Czytelniku, jako ćwiczenie narysowanie pełnego dekodera dla przykładu z rys.9.

Na rys.10 przedstawiłem ciekawy układ dwukierunkowego portu I/O z możliwością zapamiętania wartości w trybie zapisu. Działanie portu jest identyczne z funkcjami portów mikroprocesora (np. omawianego wcześniej P1), jednak w tym przypadku możliwe jest używanie wszystkich 8-miu bitów portu jednocześnie jako wyjścia lub wejścia. Nie ma więc możliwości ustawiania pojedynczych końcówek portu (jak to ma miejsce w przypadku procesora) jako wejście a innych jako wyjścia w tym samym momencie. Jednak często taka funkcja nie jest nam potrzebna, toteż powyższy układ często znajduje swoje zastosowanie w praktyce i przyznam spisuje się w niej znakomicie.

Można zatem porównać ten układ do portu procesora, np. P1 i powiedzieć, że instrukcja zapisu typu:

```
MOV   DPTR, #IO4

MOV   A, #11110000b

MOVX  @DPTR, A
```

działa podobnie jak instrukcja

```
MOV   P1, #11110000b
```

oczywiście w odniesieniu do dwóch różnych układów wejścia-wyjścia.

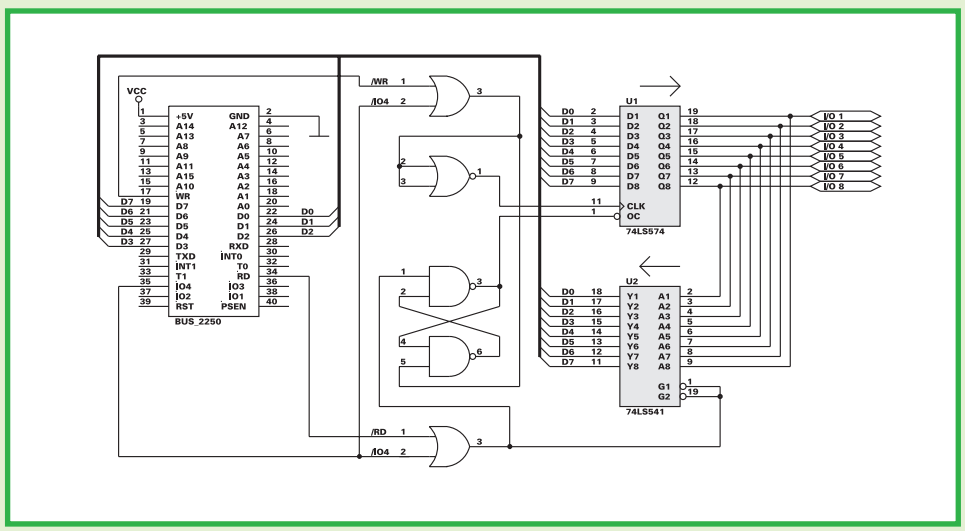
Podobnie instrukcje:

```
MOV   DPTR, #IO4

MOVX  A, @DPTR
```

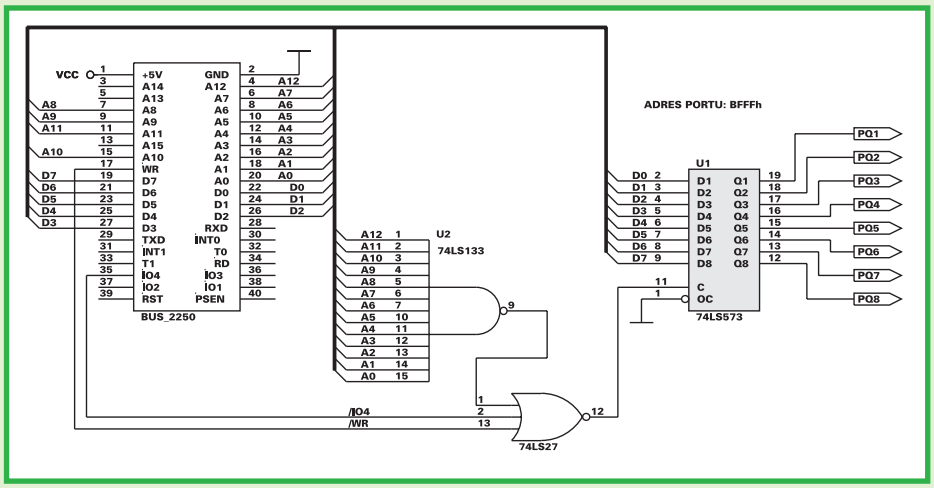
powodują odczytanie stanów końcówek portu z rys.10, co dla portu procesora można było wykonać instrukcją:

```
MOV   A, P1
```

Rys.10 Dwukierunkowy port I/O – okrojona wersja portu mikroprocesora



Zamiast znanego już układu 74LS573 zastosowano podobnie działający układ 74LS574. Różnica w działaniu obu układów polega na tym, że pierwszy układ "przepuszcza dane" przez cały czas, kiedy na wyjście C podany jest stan wysoki, a zapamiętuje je podczas opadającego zbocza sygnału na tym wejściu. Drugi układ jest typowym zatrzaskiem wyzwalanym zboczem, stąd w symbolu graficznym zamiast oznaczenia C na końcówce 1 znajduje się symbol zegara CLK. Tak więc dane są zapamiętywane w układzie w momencie narastającego zbocza sygnału na tym wejściu. Działanie układu ilustruje także tabela 4. W praktyce w większości zastosowań możliwe jest zastosowanie obu układów zamiennie – zgodna jest zresztą topologia pozostałych wyprowadzeń obu kostek.



Rys.11 Przykład pełnego dekodowania pojedynczego układu I/O

Tabela 4

wejścia			wyjścia
OC	CLK	D	Q
H	x	x	Z
L	L	x	bez zmian
L	L->H	L	L
L	L->H	H	H

Popatrzmy na rys.10. W stanie spoczynku, sygnały /RD, /WR i /IO4 są w stanie wysokim. Dzięki temu na wejściu zapisu układu U1 (pin 11) panuje stan niski, dzięki bramce NOR negującej sumę logiczną sygnałów /WR i /IO4 (która dokonywana jest za pomocą bramki OR).

Dodatkowo wejście kasujące przerzutnika /RS zbudowanego z 2 bramek NAND jest w stanie wysokim. Podobnie sygnał /RD jest w stanie wysokim a po zsumowaniu z sygnałem /IO4 ustawia w stanie wysokim wejścia zezwalające G1, G2 układu U2, czyli blokuje działanie bramy U2. Jeżeli teraz procesor wykona cykl zapisu do portu, to w wyniku tego nastąpi zapis do układu U1 oraz dodatkowo zostanie ustawiony przerzutnik /RS, dzięki czemu na wejściu zezwalającym U1 (OC) powstanie stan niski, co uaktywni wyjścia tego układu i w efekcie pojawienie się danych z szyny danych komputerka D0...D7 na wyjściach I/O 1....I/O 8 całego układu. Cykl zapisu nie wpłynie przy tym na działanie układu wejściowego U2, który pozostanie nadal nieaktywny. Jeżeli procesor dokona cyklu odczytu, to stan niski z wyjścia bramki OR sumującej sygnały /RD i /IO4 spowoduje skasowanie przerzutnika /RS i pojawienie się stanu wysokiego na wejściu zezwolenia /OC U1 – co zablokuje układ U1 (wyjścia w stanie wysokiej impedancji). Dzięki temu możliwy będzie odczyt stanów linii

I/O 1...I/O 8. Ze względu na pewne niedoskonałości przedstawionego układu z rys.10, polegające na nieuwzględnieniu niektórych zależności czasowych, konieczne okazać się może dwukrotne odczytanie portu IO4 w momencie, gdy ostatnio był on używany jako wyjście. Dzieje się tak dlatego, że może nastąpić sytuacja, kiedy przerzutnik /RS nie zdąży przerzucić swego stanu i zablokować wyjścia układu U1, zanim procesor odczyta stan linii wyjściowych portu. W takim przypadku odczytana zostanie ostania wartość wpisana do portu U1.

Dlatego jeżeli ostatnią operacją na układzie z rys.10 było np.

```
MOV  DPTR, #IO4

MOVX  @DPTR, A              ; zapis do portu U1
```

to przy pierwszy odczyt warto przeznaczyć "na straty"

```
MOVX  A, @DPTR
```

a dopiero drugi

```
MOVX  A, @DPTR
```

potraktować jako prawidłowy i dokonać po tym analizy akumulatora.

ACH, TE ADRESOWANIE...

Z pewnością niektórzy z Was, drodzy Czytelnicy, zauważyli, analizując powyższe przykłady, fakt tzw. "niepełnego dekodowania adresów". Chodzi o to, że adresując – zapisując układ, np. z rys.4, mamy do czynienia z pojedynczym układem wyjściowym, czyli fizycznie zajmującym tylko jeden adres w przestrzeni adresowej procesora, a tymczasem, sposób podłączenia go do komputerka pozwala na użycie aż 8192 adresów (A000h...BFFFh). Dzieje się tak dlatego, bo wykorzystany do selekcji układu U1 (rys.4) sygnał /IO4 jest aktywny dla tego właśnie zakresu adresów. Toteż zaadresowanie

```
MOV  DPTR, #A000h

MOVX, @DPTR, A
```

czy

```
MOV  DPTR, #BFFFh

MOVX, @DPTR, A
```

czy może

```
MOV  DPTR, #B260h

MOVX @DPTR, A
```

w praktyce da ten sam efekt.

Można więc z całą odpowiedzialnością stwierdzić że jest to czyste "marnotrastwo" adresów! I tak z pewnością jest. Aby temu zaradzić stosuje się pełniejsze lub całkiem pełne dekodowanie danego adresu (lub kilku) tak aby np. port U1 z rys.4 był dekodowany tylko i wyłącznie dla danego jednego adresu np. BFFFh – i żadnego więcej. W ten sposób w pozostałym obszarze A000h...BFFEh można by umieścić pozostałe 8191 układów I/O, co nie zawsze w praktyce jednak jest potrzebne. Na rys.11 pokazano zmodyfikowany układ dekodowania pojedynczego portu wyjściowego (z rys.4). Jak widać układ U1 zostanie zmodyfikowany tylko jeżeli procesor zaadresuje go pod adresem: BFFFh. Dzieje się tak dlatego, że dodatkowa bramka U2 realizuje negację iloczynu logicznego młodszych 13-tu linii adresowych: A12...A0. Dzięki temu tylko wtedy, kiedy na liniach tych pojawi się logiczna jedynka oraz dodatkowo uaktywniony zostanie sygnał IO4, port U1 zostanie zapisany – oczywiście jeżeli procesor wykona instrukcję

```
MOVX  @DPTR, A
```

kiedy to także sygnał /WR przyjmie stan niski. Wtedy na wyjściu bramki U2 pojawi się niski stan logiczny, który wraz z niskim stanem sygnału /IO4 oraz niskim stanem /WR spowoduje pojawienie się wysokiego poziomu na wyjściu trzywejściowej bramki NOR.

W przykładzie zastosowano nietypową, ale spotykaną w handlu 13-wejściową bramkę logiczną NAND typu 74LS133. W razie trudności z nabyciem, można w zastępstwie użyć połączonych kaskadowo wielu bramek NAND o mniejszej liczbie wejść. Można także spróbować zawęzić obszar dekodowania układu I/O w inny sposób, możliwości jest wiele, toteż inne rozwiązania pozostawiam wam jako pracę domową, drodzy Czytelnicy.

W dzisiejszym odcinku to tyle na temat prostych układów wejścia-wyjścia. Następnym razem zajmiemy się bardziej złożonymi – programowalnymi układami I/O, dzięki którym możliwy jest nie tylko odczyt i zapis ale także generowanie przerwań. Pokażę wam także jak w prosty sposób wyposażyć nasz komputerek edukacyjny w port drukarkowy zgodny ze standardem Centronics – w dodatku pracujący w dwóch kierunkach!

Przedstawię schemat ideowy takiego rozwiązania oraz procedury w języku 8051 realizujące pożyteczne funkcje drukowania wprost z komputerka edukacyjnego oraz dodatkowo emulujące złącze drukarki w komputerku, dzięki czemu możliwy będzie transfer danych np. z komputera PC do komputerka AVT-2250 tym razem nie przez złącze RS-232c ale przez złącze równoległe Centronics i to z o wiele większą prędkością! Na razie to tyle, zapraszam więc do kilku dodatkowych zadań, które przygotowałem na powakacyjne jesienne już wieczory.

Sławomir Surowiński

LEKCJA 10

Proponuję trzy zadania. Oto one:

1. Zmodyfikować układ z rys. 9 tak aby uwzględniał przy sterowaniu sygnał /WR zapisu, bez zmiany funkcjonalnej układu – patrz tekst.
2. Narysować zmodyfikowany układ dekodera z rys.7 który zamiast układu 74LS154 wykorzystuje układy 74LS138.
3. Do układu z rys. 10 dobudować dekoder, dzięki któremu układ U1 będzie zapisywany pod adresem A000h a odczytywany spod adresu A001h.

Rozwiązania zadań w kolejnym numerze EdW. Wesołej zabawy !

FORUM CZYTELNIKÓW

Forum Czytelników ma służyć celom edukacyjnym, wymianie doświadczeń i pomysłów.
Zasady są następujące:
- **publikujemy wyłącznie projekty opracowane samodzielnie i nigdzie dotychczas nie publikowane (należy dołączyć stosowne oświadczenie z własnoręcznym podpisem);**
- **oprócz tekstu i rysunków, prosimy przysłać działający model lub jego fotografie (model odeślemy);**
- **publikacja projektu nie oznacza jego pozytywnej oceny przez redakcję EdW, lecz stanowi punkt wyjścia do publicznej dyskusji nad proponowanym rozwiązaniem. Etap dyskusji nazywany „Dogrywką", trwa dwa miesiące. W tym czasie oczekujemy nie tylko listów z uwagami krytycznymi, ale przede wszystkim propozycji innych, lepszych rozwiązań (tym razem wystarczy schemat z opisem działania układu);**
- **nagroda za opublikowany projekt wynosi 100 zł (brutto) za stronę artykułu w EdW. Nagroda nie zostanie przyznana, jeśli „Dogrywka" wykaże, iż projekt stanowi plagiat. Jeśli w "Dogrywce" zostaną zaproponowane lepsze rozwiązania, wówczas część nagrody (w proporcji uznanej przez redakcję EdW) zostanie przyznana autorom lepszych rozwiązań.**

Prosimy też o załączenie do projektu fotografii paszportowej i kilku zdań życiorysu.
Prosimy nie przysyłać opisów urządzeń, które powstały tylko na papierze, a nie zostały zrealizowane w praktyce. Znamy się trochę na elektronice i wiemy, że większość takich układów nie będzie działać. Stąd nasza prośba o model lub przynajmniej fotografię modelu.

Przedwzmacniacz do gitary akustycznej

Jestem uczniem technikum elektronicznego, a także gitarzystą. Pomimo, iż muzyką zajmuję się raczej amatorsko, to jednak miałem do czynienia zarówno z amatorskimi "składakami", jak również z profesjonalnym i bardzo drogim sprzętem. Te doświadczenia, jak również wieloletnie eksperymenty we własnym zakresie pozwoliły mi dobrze poznać zagadnienie – sprzęt gitarowy. Myślę, że moja wiedza może przydać się zwłaszcza młodym muzykom, borykającym się z problemami technicznymi jak i finansowymi.

Urządzenie, które przesyłam jest prostym rozwiązaniem jednego z takich problemów. Załóżmy, że nie chcemy ograniczać naszej gry na "pudle" tylko do grania w kameralnym gronie (ogniska, biwaki), lecz chcemy nagłośnić gitarę podczas koncertu. Najpopularniejszym sposobem jest wyposażenie naszego "pudła" w przetwornik piezoelektryczny. Przetwornik ten jest mały, lekki, tani i nie wymaga przeróbek instrumentu. Montowany jest bezpośrednio na pudle rezonansowym za pomocą przylepca. Ma on jednak dwie zasadnicze wady: mały sygnał wyjściowy, oraz przesunięte pasmo przenoszenia w stronę wysokich częstotliwości, czyli ma kiepskie basy. Zazwyczaj niweluje się to poprzez regulację aparatury nagłaśniającej, ustawiając bardzo dużą czułość, podbijając basy i wyciszając górę pasma. Często kończy się to jednak niezbyt przyjemnym dla ucha sprzężeniem. Jeżeli ktoś miał już podobne doświadczenia, to na pewno zniechęcił się do używania gitar akustycznych podczas większych imprez, a przecież rozwiązanie tego problemu jest bardzo proste. Wystarczy pomiędzy przetwornik piezoelektryczny a wzmacniacz wpiąć urządzenie, które wzmocni sygnał i podbije niskie częstotliwości. Takie właśnie urządzenie wykonałem. Układ składa się z dwóch podstawowych części: przedwzmacniacza z filtrem podbijającym niskie częstotliwości, oraz trzypunktowego korektora graficznego (100Hz, 800Hz, 6,4kHz). (...) Jeżeli urządzenie to ma stanowić ele-

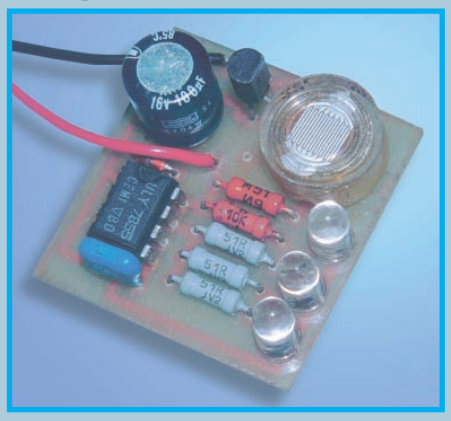
ment pętli efektowej, to najlepiej swoją funkcję będzie spełniało jako pierwsze ogniwo łańcucha, czyli bezpośrednio za instrumentem.

Adam Madejczyk, ul. Piaskowa 5a
24-220 Niedrzwica Duża

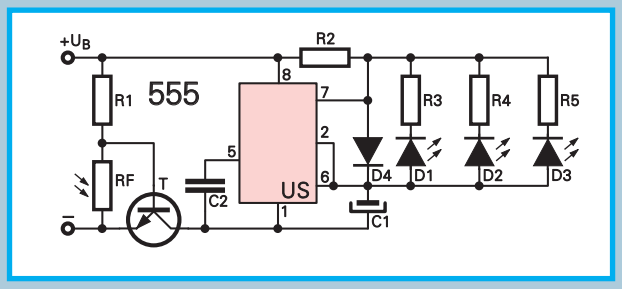
Od Redakcji:

Adam zaprezentował ciekawą koncepcję rozwiązania wspomnianego problemu. Nie podajemy jednak schematu, ani szczegółowego opisu, ponieważ układ zrealizowany jest z użyciem układów scalonych o niezbyt dobrych parametrach. Sama jednak idea jest godna zainteresowania.

Błyskotka



Działanie przedstawionego poniżej układu polega na generowaniu impulsów świetlnych w ciemności. Z powodzeniem może być stosowany do oznaczania miejsc niebezpiecznych, pojazdów, rowerzystów i pieszych na drogach. Umieszczony przy rowerze, czy tornistrze znacznie poprawia bezpieczeństwo użytkowników dróg.



Głównym elementem układu jest układ scalony US (ULY 7855) pracujący jako generator. Zasada pracy układu polega na ładowaniu pojemności C1 przez opornik R2.W chwili gdy wartość napięcia na kondensatorze osiągnie 2/3 napięcia zasilającego, wówczas następuje rozładowanie kondensatora poprzez diody świecące i tranzystor wewnętrzny znajdujący się w układzie scalonym (wyprowadzenie 7). Ponowny proces ładowania pojemności C2 rozpoczyna się gdy napięcia na kondensatorze spadnie do wartości 1/3 napięcia zasilającego. Zmieniając wartość elementów R2,C1 wpływamy na częstotliwość pracy układu. Ponieważ diody świecące zasilane są z kondensatora C1, zwiększając jego wartość zwiększamy jasność błysku.

Wykaz elementów

US:	ULY 7855
T:	BC237B (β>250)
D1-D3:	dioda LED (jasnoświecąca)
D4:	dowolna Si
RF:	RPP 130
R1:	510kΩ
R2:	10kΩ
R3-R5:	51Ω
C1:	100µF/16V
C2:	47nF/25V

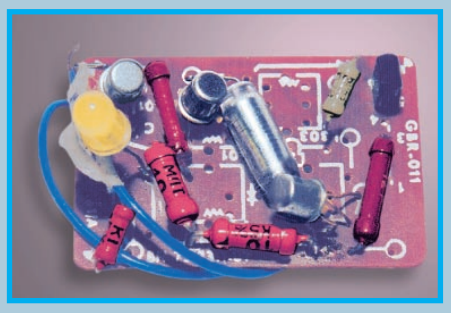
Układ wymaga zasilania napięciem o wartości 5–15V. Pobór prądu (UB=9V) wynosi: w dzień 0.02mA, w nocy 6mA.

Zbigniew Smutek, Bydgoszcz

Od Redakcji:

Przedstawiony układ działa i spełnia swoją rolę. Mimo, że jest to w zasadzie typowa aplikacja kostki 555, zamieszczamy schemat i opis układu. Tym bardziej, że takie mini projekty cieszą się zainteresowaniem niektórych Czytelników.

Przedłużacz sygnału pilota



Urządzenie, które przedstawiam ma bardzo nietypowe zastosowanie. Potrafi ono przekazać na inne piętra budynku – sygnał z pilota pracującego w podczerwieni. Uciążliwe chodzenie po schodach zmobilizowało mnie do zaprojektowania tego urządzenia. Wideo i zestaw do odbioru telewizji satelitarnej znajdują się w moim domu na dole, natomiast telewizor mam u siebie w pokoju na górze. Urządzenie to pozwala sterować z innego piętra budynku, sprzętem znajdującym się w dolnym pokoju, bez przeróbki tych urządzeń w środku.

Układ jest uproszczony do niezbędnego minimum. Jego zasada działania jest bardzo prosta. Sygnał podczerwieni wychodzący z pilota, pada na fotodiodę układu, gdzie zamienia go na sygnał elektryczny. Ten sygnał jest później wzmacniany we wzmacniaczu i przesyłany przewodami na inne piętro budynku – do diod LED pracujących w podczerwieni. Diody LED sterują dowolnymi urządzeniami, znajdującymi się na innym piętrze niż sterujący nimi pilot.

Układ można przerobić, żeby działał jako tester pilotów pracujących w podczerwieni. Zamiast diod D2 i D3 zamontować diodę LED świecącą promieniowaniem widzialnym. W szereg z tą diodą można włączyć głośnik 8Ω, który pozwoli nam słyszeć sygnał z badanego pilota.

Tomasz Abram, Głogów

Wykaz elementów:

Rezystory

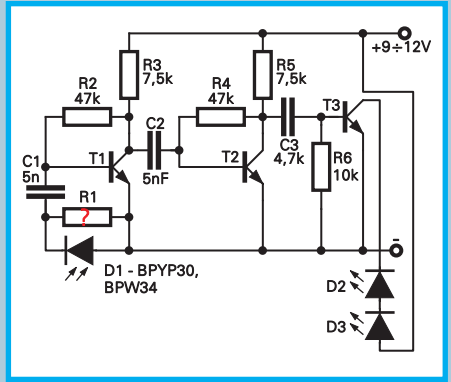
R1:	3,8kΩ
R2, R4:	47kΩ
R3, R5:	7,5kΩ
R6:	10kΩ

Kondensatory

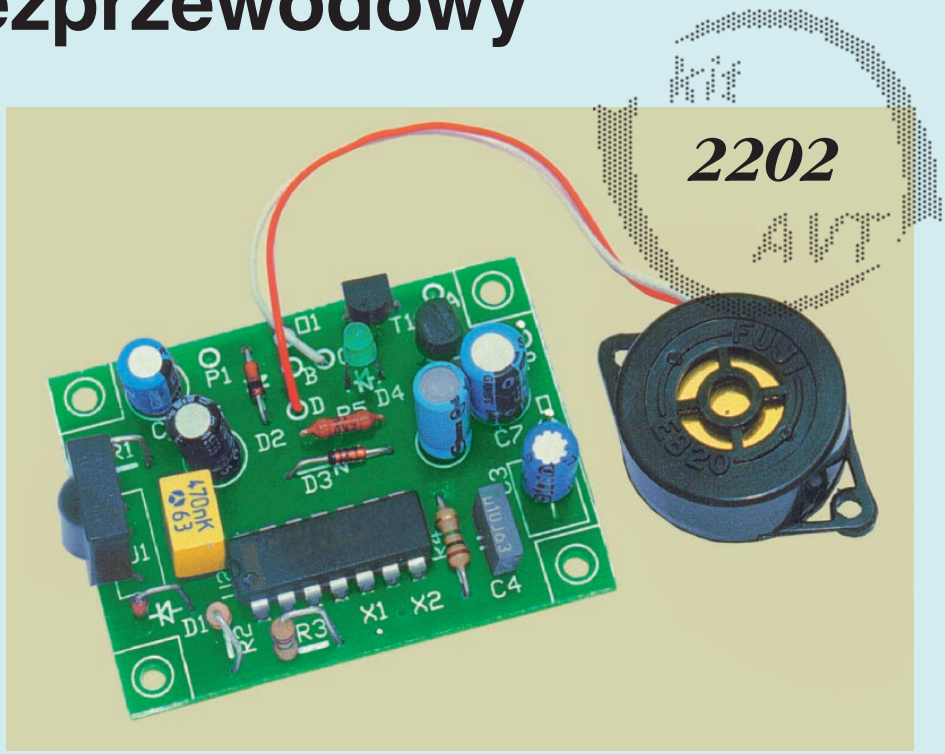
C1, C2:	5nF
C3:	4,7nF

Półprzewodniki

D1:	BPYP30 lub BPW34
D2, D3:	2xCQY99
T1-T3:	BC107



Dzwonek bezprzewodowy



Do czego to służy?

Opisany układ został przewidziany głównie do pracy w roli dzwonka furtki. Uzyskany zasięg, stabilność i znikomy pobór energii zachęcą wielu Czytelników do wykorzystania układu także do innych celów. Dla osób, które próbują samodzielnie konstruować układy wykorzystujące promieniowanie podczerwone, analiza układu i podanych wskazówek może się okazać bardzo przydatna, zwłaszcza że w artykule omówiono problem stabilności cieplnej, napięciowej i kwestię ochrony przed wpływami atmosferycznymi.

Dlaczego potrzebny bywa bezprzewodowy dzwonek od furtki?

Posiadacze niektórych domków jednorodzinnych najpierw ułożyli chodniki i zagospodarowali teren, choćby urządzając trawnik lub kwietnik, a dopiero potem przypomniało im się, że do furtki trzeba doprowadzić przewód od dzwonka.

Przerzucenie przewodu górą, z dachu domu do słupka furtki nie zawsze jest dobrym wyjściem. W takiej sytuacji znakomitym rozwiązaniem jest wykorzystanie opisywanego układu.

Urządzenie składa się z nadajnika umieszczonego przy furtce, zasilanego z baterii 9-woltowej i odbiornika umieszczonego w mieszkaniu w pobliżu okna.

Po naciśnięciu przycisku dzwonka nadajnik wysyła krótką paczkę impulsów promieniowania podczerwonego. Promieniowanie to, odebrane przez odbiornik podczerwieni, uruchamia sygnał dźwiękowy (brzęczyk piezo).

Dzięki zastosowaniu nowoczesnych elementów uzyskano zasięg przekraczający 80 metrów i to bez użycia jakichkolwiek elementów optycznych (soczewek). Pobór prądu przy tak dużym zasięgu jest znikomy i mała bateryjka zasilająca nadajnik starczy na wiele miesięcy pracy.

Jak to działa?

Schemat blokowy urządzenia można znaleźć na **rysunku 1**. Naciśnięcie przycisku S1 powoduje wytworzenie impulsu wyzwalającego o czasie trwania około 1 milisekundy. Ten impuls uruchamia generator o częstotliwości 36kHz. Generator ten pracuje przez czas jednej milisekundy, czyli zdąży wytworzyć mniej więcej 36 impulsów.

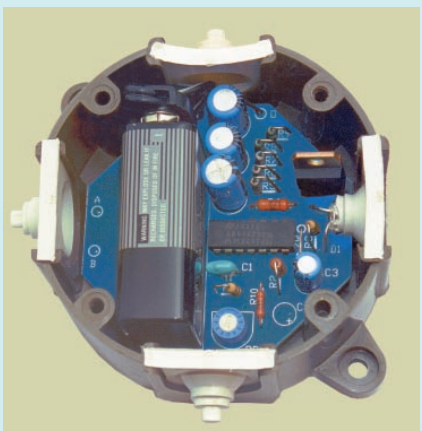
Te impulsy sterują pracą nadawczej diody podczerwieni.

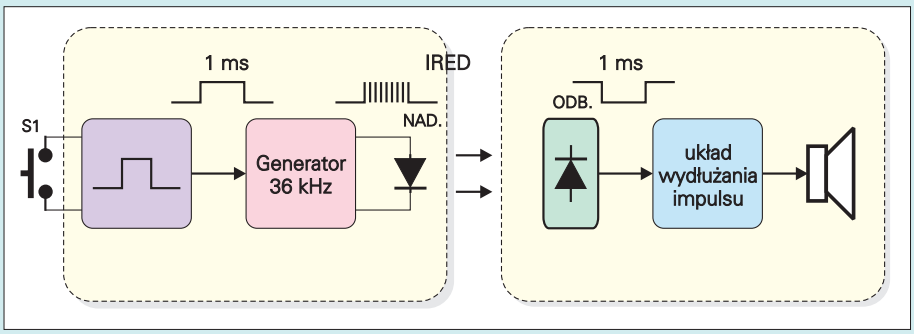
Impulsy promieniowania podczerwonego zostają odebrane przez scalony odbiornik podczerwieni TFMS5360 lub SFH506-36. Po odebraniu porcji impulsów, na wyjściu tego układu pojawi się pojedynczy impuls ujemny o czasie trwania około 1 milisekundy. Impuls ten zostanie przedłużony i podany na brzęczyk piezo, który zasygnalizuje naciśnięcie przycisku w nadajniku.

Szczegółowy schemat ideowy nadajnika i odbiornika pokazano na **rysunku 2**.

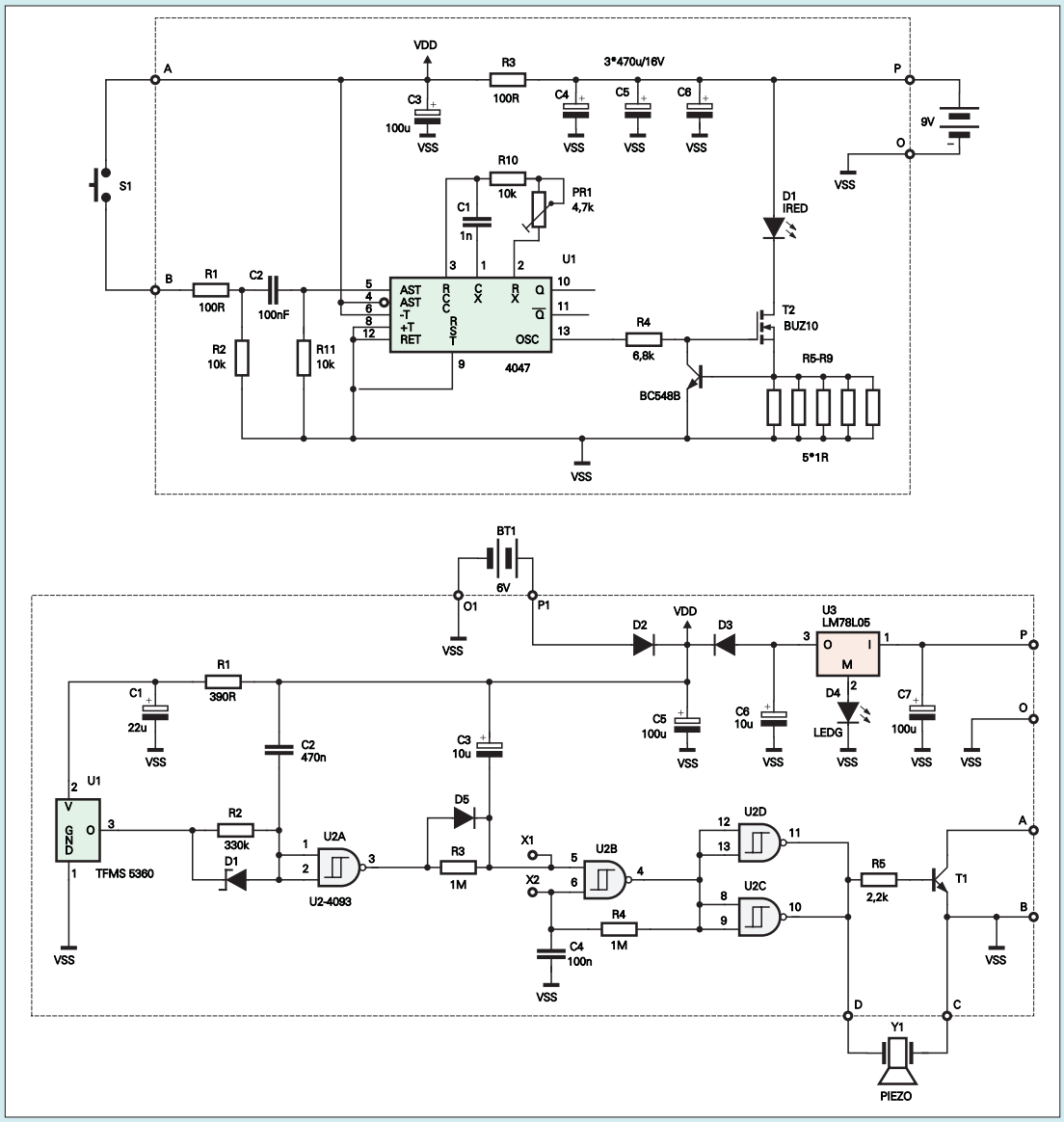
W układzie nadajnika głównym podzespołem jest kostka U1 (CMOS 4047), pracująca jako generator wyzwalany stanem wysokim podawanym na wejście AST (nóżka 5). Częstotliwość generatora wyznaczona przez elementy R10, PR1 i C1 musi wynosić 36kHz i może być precyzyjnie ustawiona za pomocą potencjometru PR1.

W stanie spoczynku na wyjściu OSC występuje stan niski i tranzystor T2 nie przewodzi. Gdy na wyjściu OSC pojawią się dodatnie impulsy (o częstotliwości 36kHz i wypełnieniu 50%), tranzystor T2 będzie przez nie otwierany i przez nadawczą diodę podczerwieni D1 popłynie prąd. W układzie przewidziano obwód ograniczania tego prądu do wartości około 3A. Realizuje to tranzystor T1, który się otwiera po pojawieniu się na jego bazie napięcia około 0,6V i obniża napięcie na bramce tranzystora T3. Otwieranie tranzystora T1 następuje przy napięciu około 0,6V, czyli przy przepływie prądu około





Rys. 1. Schemat blokowy



Rys. 2. Schemat ideowy

3A przez wypadkową rezystancję rezystorów R5 – R9, wynoszącą 0,2Ω.

Prąd o dużej chwilowej wartości (3A) pobierany jest z kondensatorów C4 – C6, a nie bezpośrednio z małej baterii 9-woltowej, która sama z siebie nie byłaby w stanie dostarczyć prądu o wartości chwilowej większej niż 100mA.

Obwód R3 C3 filtruje napięcie zasilania układu scalonego.

Po naciśnięciu S1 przycisku kondensator C2 ładuje się i w obwodzie S1, R1, C2, R11 płynie prąd. Na rezystorze R11 i na wejściu zezwalającym AST na około 1 milisekundę pojawi się stan wysoki, który tylko na ten czas uruchomi generator U1.

Na uwagę zasługuje fakt, że dioda nadawcza jest sterowana impulsami o maksymalnej dopuszczalnej wartości wynoszącej 3A i współczynniku wypełnienia około 50%. Daje to średni prąd diody w czasie pracy równy 1,5A! W takich warunkach dioda nadawcza D1 w żadnym wypadku nie może pracować w sposób ciągły. W EdW 1/98 na stronie 13 pokazano charakterystykę pewnej diody nadawczej i z rysunku b wyraźnie wynika, że czas trwania paczki impulsów powinien być krótszy niż 1 milisekunda. Podane ograniczenie związane jest z silnym nagrzewaniem się delikatnego złącza diody podczerwonej w czasie przepływu dużego prądu.

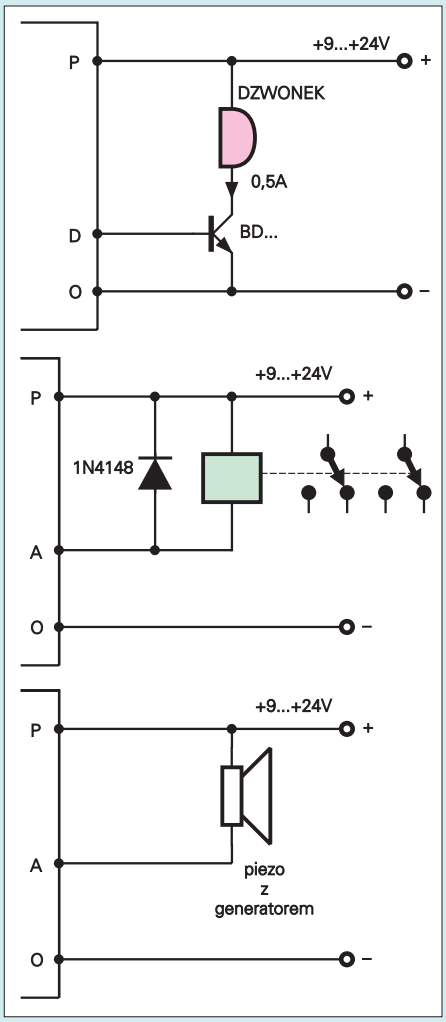
W prezentowanym dziś układzie czas trwania paczki impulsów nadajnika jest wyznaczony przez stałą czasową R11 C2, co przy podanych wartościach tych elementów daje czas około 1 milisekundy.

Ponieważ dzwonek używany będzie stosunkowo rzadko (można przyjąć, że chodzi o pojedynczy impuls), można sobie pozwolić na pracę na pograniczu danych katalogowych. Ale znaczne zwiększanie czasu trwania paczki impulsów przez zwiększenie wartości R11, C2 może radykalnie zmniejszyć żywotność diody nadawczej D1 w nadajniku.

Z tego niedwuznacznie wynika, że przy tak dużych prądach diody niemożliwa jest praca urządzenia w sposób ciągły. Jeśli ktoś chciałby przerobić układ do pracy przy częstym powtarzaniu paczek impulsów, powinien skrócić czas ich trwania do około 0,4...0,5ms i zmniejszyć prąd diody D1 do około 2A przez wylutowanie rezystorów R8 i R9. W każdym razie średni pobór prądu przez diodę D1 nie powinien przekroczyć 100mA.

Szczegółowe informacje o sterowaniu diod podczerwonych zawarte są w EdW 1/98 na stronach 11 – 14.

Impulsy promieniowania wysyłane przez diodę D1 w nadajniku są odbierane przez specjalizowany układ TFMS5360 lub SFH506-36. Układ ten w module odbiornika ma oznaczenie U1. Na wyjściu tego układu (nóżka 3 układu U1) po odebraniu paczki impulsów z nadajnika, na około 1 milisekundę pojawi się stan niski. Spowoduje on szybkie naładowanie kondensatora C2 przez diodę Schottky'ego D1. Stan niski na kondensatorze C2 i wejściach bramki U2A utrzyma się przez dłuższy czas po powrocie wyjścia U1 do stanu wysokiego. W rezultacie, po odebraniu paczki impulsów, na wyjściu bramki U2A pojawi się stan wysoki na czas wyznaczony stałą R2 C2. Spowoduje to szybkie rozładowanie (normalnie naładowanego) kondensatora C3 przez diodę D5 a potem powolne ładowanie przez rezystor R3. Stan wysoki na wejściu bramki U2B uruchomi generator zbudowany na tej bramce na czas wyznaczony przez elementy R3 C3. Czas działania odbiornika po jednokrotnym naciśnięciu przycisku S1 można dowolnie zmieniać, dobierając wartość pojemności C3 (1µF...220µF). Generator U2B pracuje z małą częstotliwością rzędu 10Hz, i służy do modulowania dołączonego do punktów C, D brzę-



Rys. 5. Możliwości sterowania urządzeniami zewnętrznymi

czyka piezo z generatorem. Wartość pojemności C4 można zwiększyć, by uzyskać mniejszą częstotliwość modulacji.

Dla zwiększenia wydajności prądowej, do sterowania brzęczyka wykorzystano dwie kolejne bramki z kostki U2. Dodatkowy tranzystor T1 przewidziany jest na wypadek, gdyby układ miał sterować inną cą innego urządzenia, na przykład przekaźnika lub układu dzwonka o większym poborze prądu.

Ponieważ układ dzwonka powinien mieć rezerwowe zasilanie, przewidziano obwód z diodą D2 i punkty P1, O1 do podłączenia baterii o napięciu 6V. Nie należy używać baterii 9-woltowej, choćby dlatego, że układ U1 powinien być zasilany napięciem 4,5...6V. Aby w czasie normalnej pracy układ był zasilany z sieci, podwyższono napięcie stabilizatora U3 (7805) o około 1,6V, włączając w obwód jego masy czerwoną diodę LED D4. Aby przy zasilaniu bateryjnym stabilizator nie pobierał prądu z baterii włączono diodę D3, która jednocześnie obniża napięcie z około 6,6V na wyjściu U3 do około 6V na kondensatorze C5.

Montaż i uruchomienie

Nadajnik i odbiornik można zmontować na płytkach pokazanych na **rysunkach 3** i **4**. Montaż nie sprawi trudności. W pierwszej kolejności należy wlutować zwory, na końcu układy scalone.

Uwaga! W tej fazie nie montować diody nadawczej D1 w nadajniku!

Jedyną niezbędną regulacją urządzenia jest dobranie właściwej częstotliwości generatora U1 w nadajniku za pomocą potencjometru PR1. Częstotliwość powinna wynosić 36kHz ±1kHz.

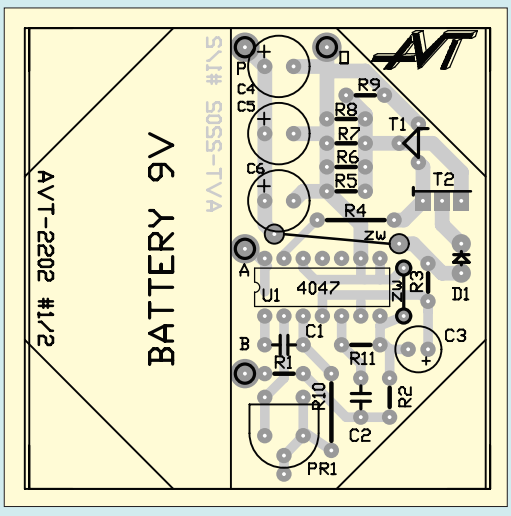
Podczas tej regulacji nadajnik należy zasilać z zasilacza o napięciu 9V ±0,3V.

Przy naciskaniu przycisku S1, generator nadajnika jest włączany tylko na około 1 milisekundę. Tego czasu nie trzeba mierzyć, jest on z wystarczającą tolerancją wyznaczony przez elementy R11, C2.

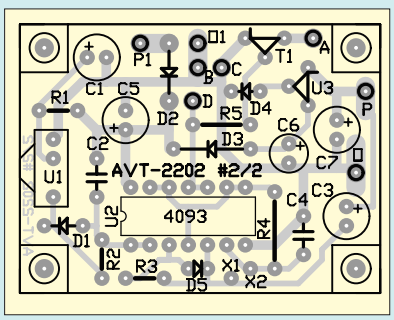
Przy tak krótkim czasie pracy generatora, nie da się jednak zmierzyć jego częstotliwości. Na czas pomiaru częstotliwości trzeba więc zewrzeć nóżki 14 i 5 układu U1, czyli włączyć generator na stałe. Teraz można zmierzyć i wyregulować częstotliwość korzystając choćby z cyfrowego multimetru mającego taką opcję, a potem wyłączyć generator.

Kto nie posiada żadnego częstościomierza może w stosunkowo prosty sposób wyregulować częstotliwość generatora, strojąc go po prostu na maksimum czułości odbiornika.

W tym celu diodę nadawczą D1 należy wstępnie dołączyć do układu, ale włączoną przez szeregowy rezystor o wartości kilku kiloomów. Szeregowy rezystor jest niezbędny do ograniczenia prądu diody do niewielkiej wartości. Zasięg znacznie się zmniejszy, ale właśnie o to chodzi. Przy pełnej mocy świecenia odbiornik reaguje na światło odbite od ścian i sufitu pomieszczenia, co uniemożliwiłoby regulację. Przy małej mocy świecenia diody nadawczej nadajnik i odbiornik należy umocować w ustalonych pozycjach naprzeciw siebie i naciskając przycisk S1, regulować potencjometr PR1 na maksimum czułości. Po naciśnięciu przycisku



Rys. 3. Schemat montażowy nadajnika



Rys. 4. Schemat montażowy odbiornika

Wykaz elementów nadajnika

Rezystory
R1,R3: 100Ω
R2,R11: 10kΩ
R4: 6,8kΩ
R5-R9: 1Ω
R10: 10kΩ
PR1: PR 4,7kΩ miniaturowy cermetowy

Kondensatory
C1: 1nF foliowy
C2: 100nF foliowy
C3: 100µF/10V
C4-C6: 470µF/10V

Półprzewodniki
D1: dioda IRED np. LD274
T1: BC548B
T2: BUZ10
U1: 4047

Pozostałe
S1: włącznik dzwonka (nie wchodzi w skład kitu)

odbiornika

Rezystory
R1: 390Ω
R2: 330kΩ
R3,R4: 1MΩ
R5: 2,2kΩ

Kondensatory
C1: 22µF/10V
C2: 470nF
C3,C6: 10µF/10V
C4: 100nF
C5: 100µF/10V
C7: 100µF/25V

Półprzewodniki
D1: dioda Schottky'ego 0,2A np. BAT84
D2,D3,D5: dioda 1N4148
D4: LED zielona
T1: BC548B
U1: TFMS5360 lub SFH506-36
U2: 4093
U3: LM78L05

Pozostałe
Y1: piezo z generatorem

Uwaga – w skład zestawu AVT-2202 wchodzą elementy zarówno nadajnika, jak i odbiornika.

w nadajniku powinien się odezwać brzęczyk w odbiorniku.

Tak metoda eksperymentalna jest nawet lepsza od ustawiania częstotliwości za pomocą częstościomierza, bowiem odbiorniki podczerwieni mogą mieć pewien rozrzut od nominalnej częstotliwości 36kHz.

Po wyregulowaniu częstotliwości, diodę nadawczą D1 należy ostatecznie wmontować w układ.

W roli diody nadawczej warto zastosować diodę o wąskim kącie promieniowania, na przykład LD274, TSIP520X czy SFH400. Pozwoli to uzyskać zasięg ponad 80 metrów. Tyle uzyskano w modelu z diodą LD274. Ale nawet ze zwykłą diodą podczerwoną o szerokim kącie świecenia (od pilota zdalnego sterowania), zasięg przekraczał 30m.

Płytkę nadajnika można umieścić w hermetycznej puszcze używanej przez elektryków. Należy wtedy obciąć zaznaczone narożniki płytki. Jeśli puszka okazałaby się za niska i byłyby kłopoty z umieszczeniem baterii, należy dodatkowo obciąć nie wykorzystaną część płytki drukowanej. Z puszki wychodzić będzie tylko przewód do przycisku dzwonka S1 oraz dioda nadawcza IRED lub przewód do niej.

W stanie spoczynku nadajnik nie pobiera prądu, a po naciśnięciu przycisku włącza się jedynie na milisekundę. Jedna bateria wystarczy więc na wiele miesięcy pracy. Zużyje się ona wskutek samorozładowania, a nie przez pobierany prąd. Trzeba jednak pamiętać, że nawet trochę wilgoci i zmniejszenie rezystancji między stykami przycisku dzwonka może powoli rozładować baterię, bo prąd będzie przepływał przez niedoskonałą rezystancję styków przełącznika S1, rezystor R1 i R2. W skrajnym przypadku silnego zawilgocenia przycisku S1 (rezystancja izolacji mniejsza niż 10kΩ) praca nadajnika będzie niemożliwa, bo na rezystorze R2 będzie występować napięcie większe niż połowa napięcia zasilającego (i będzie płynął prąd około 0,4...0,8mA). Takie katastrofalne zmniejszenie oporności izolacji między stykami przycisku S1 jest wprawdzie bardzo mało prawdopodobne, ale wykluczyć się nie da, dlatego w roli S1 trzeba zastosować taki przycisk, który ma duży odstęp styków i konstrukcję uniemożliwiającą dostanie się wody czy wilgoci. Dobrym rozwiązaniem byłby przycisk z magnesem i kontaktronem, który można dobrze zabezpieczyć przed wilgocią.

Zastosowanie puszki hermetycznej zabezpieczy układ przed wpływami atmosferycznymi. Ale nie chodzi tu tylko o zabezpieczenie przed deszczem. Dla prawidłowej pracy układu groźna może być nawet wilgoć osądzająca się w postaci rosy. Dlatego jeśli urządzenie ma być niezawodne, płytkę należy starannie polakierować lakierem izolacyjnym (np. w aerozolu). Miejsce wyjścia przewodów należy hermetyzować za pomocą jakiejś zalewy silikonowej.

Egzemplarz modelowy nie był wprawdzie zastosowany zgodnie z przeznaczeniem, ale sprawdzono stabilność częstotliwości generatora nadajnika.

Jeśli układ ma nadawać się do celów praktycznych, musi pracować tak zimą przy temperaturach do -20°C, jak i latem przy temperaturach powyżej +30°C. Wiadomo, że w niskich temperaturach baterie tracą pojemność i mają większy opór wewnętrzny. Dlatego do zasilania nadajnika nie należy stosować najtańszych bateryjek węglowo-cynkowych, tylko droższe baterie alkaliczne.

Krytycznym parametrem urządzenia jest nie kwestia zasilania, tylko częstotliwość generatora 36kHz. Przy zmianach temperatury i napięcia w założonych granicach, częstotliwość nie powinna zmieniać się więcej niż o ±5% (por. charakterystykę czułości odbiornika w EdW 1/98 na str. 12).

Przeprowadzono stosowne testy modelu i wyniki okazały się znakomite. Okazało się, iż przy zmianie napięcia zasilania z 9V na 6V częstotliwość zmniejszyła się tylko o 4%. Przy zwiększeniu napięcia z 9V do 12V częstotliwość wzrosła tylko o 1,8%. Przy wzroście temperatury do +50°C częstotliwość spadła o 2,1%, a przy spadku do -18°C wzrosła o 5,4%. Właśnie do osiągnięcia takiej stabilności zastosowano stabilny układ scalony 4047, a nie prosty generator z bramką Schmitta, jak w eksperymentalnym układzie opisanym w EdW 1 i 2/98. Dla uzyskania takiej stabilności w roli kondensatora C1 w nadajniku nie wolno stosować kondensatora ceramicznego ferroelektrycznego, tylko foliowy.

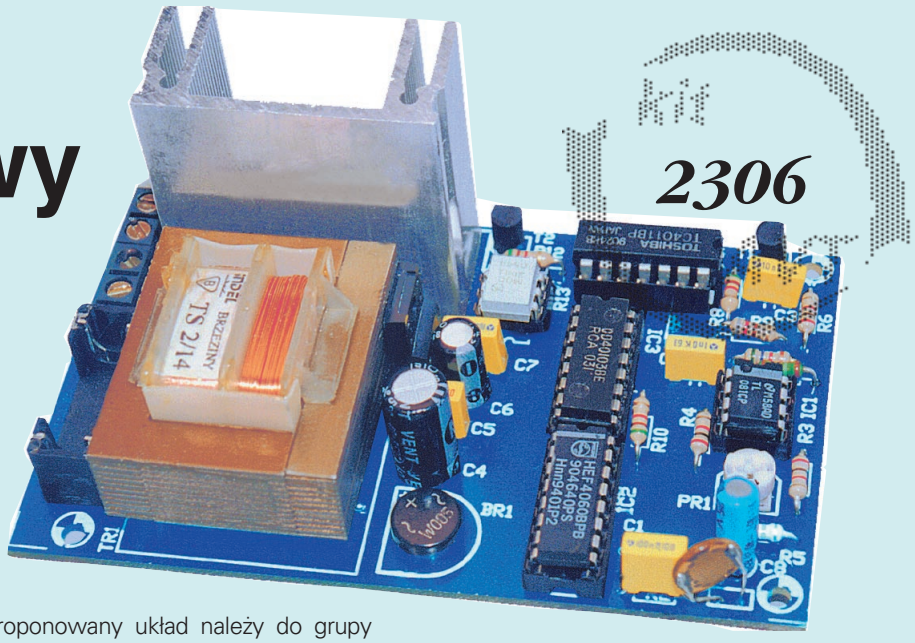
Z odbiornikiem nie będzie takich problemów, bo będzie on umieszczony w temperaturze pokojowej. Odbiornik może być zasilany z jakiegokolwiek zasilacza o napięciu 9...12V i prądzie 100mA lub nawet mniejszym.

W układzie modelowym elementem wykonawczym jest brzęczyk piezo. Wielu Czytelników zechce zastosować inny sygnał dźwiękowy (np. układ z melodyjką), i wtedy odbiornik będzie tylko sterował pracą dodatkowego urządzenia. W przypadku sterowania urządzeniami zewnętrznymi niepotrzebna, a nawet niepożądana będzie praca generatora modulującego U2B. Aby go wyłączyć i uzyskać na wyjściach sygnał ciągły, wystarczy zewrzeć punkty X1, X2 i nie montować elementów R4, C4. Rysunek 5 pokazuje kilka sposobów sterowania urządzeniami zewnętrznymi.

Piotr Górecki

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2202

Włącznik zmierzchowy - symulator obecności domowników



Do czego to służy?

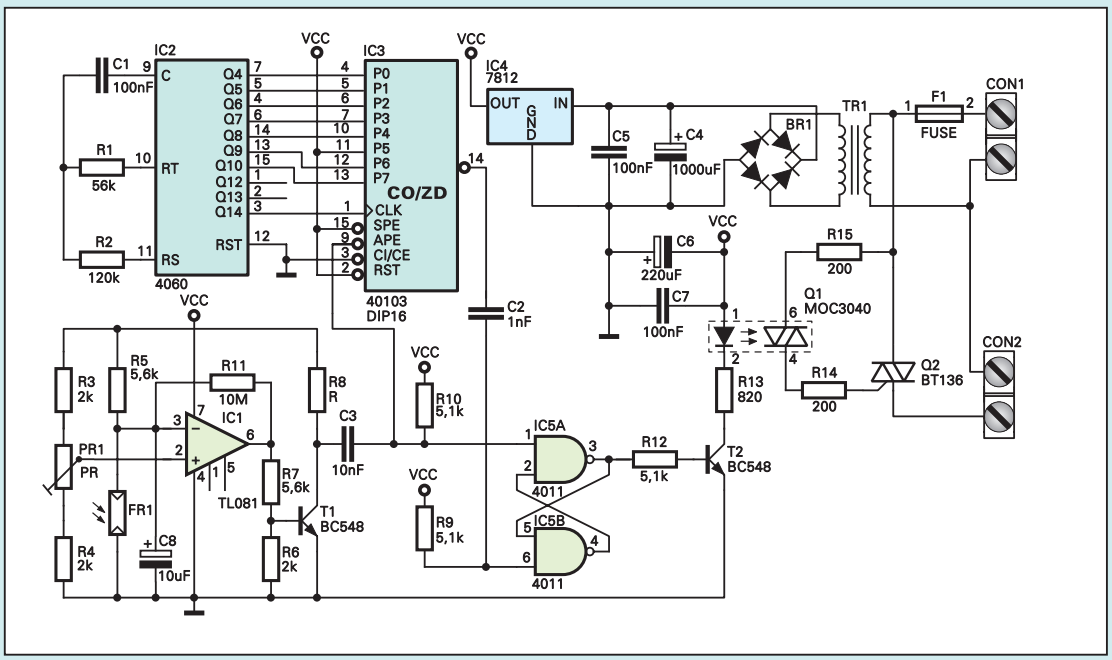
Wszelkiego typu układy służące ochronie mienia możemy, z dużym przybliżeniem podzielić na urządzenia aktywne i pasywne. Układy aktywne to znane wszystkim centrale alarmowe, wyposażone w mniej lub bardziej rozbudowane układy czujników i urządzeń wykonawczych. zadaniem układów aktywnych jest wykrycie próby sforsowania strzeżonego obszaru przez indywidualnego intruza i zawiadomienie otoczenia o tym fakcie. Natomiast rola pełniona przez urządzenia pasywne jest nieco inna: mają one za zadanie zniechęcenie złodzieja do wszelkich prób zagarnięcia naszej własności. Metody służące realizacji tego zadania są w zasadzie dwie: zasugerowanie intruzowi że obszar, na który ma zamiar wtargnąć jest znakomicie strzeżony przez wysokiej klasy układ alarmowy lub też wpojenie w amatora cudzej własności przekonania, że domownicy przebywają w domu i próba kradzieży spotka się z ich natychmiastową reakcją.

Proponowany układ należy do grupy drugiej i ma za zadanie stworzenie wrażenia, że mieszkańcy domu którzy w rzeczywistości opuścili swoją posiadłość, przebywają w niej nadal. Jednym z objawów sygnalizujących że dom obserwowany przez złodziei jest zamieszkany, jest z pewnością zapalanie świateł po zmierzchu i gaszenie ich z chwilą pójścia na spoczynek. Produkowane są liczne urządzenia, których zadaniem jest właśnie okresowe włączanie i wyłączanie światła w mieszkaniach lub domach. Mają one jednak jedną, dość istotną wadę: sterowane są najczęściej prostym układem zegarowym i w związku z tym zapalania i gaszenie światła odbywa się zawsze o tej samej porze. Nie miejmy złudzeń, złodziej jawiący się nam jako prymitywny opryszek uciekający z workiem na plecach, występuje już obecnie wyłącznie w dowcipach rysunkowych. Współcześni włamywacze to najczęściej znakomicie zorganizowane grupy przestępcze, prowadzące swojego rodzaju „wywiad" i pilnie obserwujące obiekty, które mają zamiar zaatakować. Szanse, że dadzą się oni nabrać na tak prostą sztuczkę są prawie żadne.

Jakie zatem warunki musi spełniać układ, który sterując oświetleniem domu czy mieszkania miałby jakieś szanse na „oszukanie" potencjalnych intruzów? Po pierwsze, układ taki musi włączać oświetlenie nie o określonej godzinie, ale z nadejściem zmroku lub też w momencie obniżenia się poziomu oświetlenia poniżej ustalonej normy, np. podczas wyjątkowo intensywnego wzrostu zachmurzenia. Po drugie, światło nie może być wyłączane zawsze o określonej godzinie lub po stałym okresie czasu. Wyłączanie światła musi następować po upływie losowo ustalanego okresu czasu, jednak czas ten nie może być zbyt krótki. Przecież po zapaleniu światła w mieszkaniu wykonujemy za każdym razem inne czynności, zabierające nam mniej lub więcej czasu. Może się zdarzyć, że zjadamy kolację i od razu idziemy spać gasząc światło, lecz następnego dnia możemy do późna w nocy oglądać telewizję. Tak więc za minimalny czas włączenia oświetlenia należy przyjąć ok. 0,5 godz., a za maksymalny okres ok. 4 ... 5 godzin..

Układ realizujący powyższe założenia konstrukcyjne został przeze mnie zaprojektowany, wykonany i przetesto-

Rys. 1 Schemat elektryczny



wany w Pracowni Konstrukcyjnej AVT i obecnie pozwalam sobie przekazać jego opis moim Czytelnikom.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na **rysunku 1**. Jak widać, układ jest dość prosty i do jego budowy zastosowano jedynie tanie i powszechnie dostępne podzespoły. Omawianie schematu rozpoczniemy od części analogowej, którą jest układ detektora wykrywającego spadek natężenia oświetlenia poniżej ustalonego minimum. Detektor zbudowany został z wykorzystaniem „dyżurnego" wzmacniacza operacyjnego typu TL081 - IC1, pracującego jako komparator napięcia. Porównuje on napięcie zadane za pomocą potencjometru montażowego PR1 z napięciem uzyskiwanym z dzielnika zbudowanego z rezystora R5 i fotorezystora FR1. Zmiana intensywności oświetlenia fotorezystora FR1, a konkretnie jej obniżenie powoduje wzrost napięcia na wejściu 3 wzmacniacza operacyjnego IC1. W momencie kiedy to napięcie stanie się większe od napięcia panującego na wejściu 2 IC1, na wyjściu wzmacniacza pojawi się „stan wysoki". Konsekwencją tego faktu będzie spolaryzowanie bazy tranzystora T1 i przedostanie się krótkiego impulsu ujemnego na wejście ustawiające przerzutnika R-S zbudowanego na dwóch bramkach NAND 4011 - IC5A i IC5B.

Cofnijmy się teraz nieco w czasie, do momentu włączenia zasilania układu. W tym momencie stan przerzutnika R-S jest właściwie sprawą przypadku i dlatego też powinniśmy nacisnąć przycisk RESET powodując jego wyłączenie, a tym samym zagaszenie ewentualnie zapalonego oświetlenia. Od tej chwili układ pozostaje stanie oczekiwania na nadejście zmroku.

W momencie obniżenia się intensywności oświetlenia poniżej ustalonego poziomu wzmacniacz operacyjny zadziała w wyżej opisany sposób. Stan wysoki z wyjścia bramki IC5A spolaryzuje za pośrednictwem rezystora R12 bazę tranzystora T2 i w konsekwencji dioda LED zawarta w strukturze optotriaka Q1 zostanie włączona. Przy najbliższym przejściu napięcia sieci energetycznej przez zero włączy się triak Q2, dołączając zasilanie do oświetlenia mieszkania. Zastosowanie pary optotriak i triak daje nam dwie korzyści. Po pierwsze, układ elektroniczny naszego włącznika oświetlenia jest galwanicznie odizolowany od niebezpiecznego dla życia napięcia sieci energetycznej. Po drugie, włączanie zasilania odbiorników energii następuje zawsze przy napięciu sieci bliskiemu zeru, co praktycznie eliminuje możliwość powstawania jakichkolwiek zakłóceń radioelektrycznych.

Wracajmy jednak do opisu części cyfrowej naszego układu. warto zauważyć, że zmiana stanu komparatora napięcia IC1, poza włączeniem przerzutnika R-S spowodowała jeszcze jedno zjawisko: powstanie krótkiego impulsu ujemnego na wejściu ładowania APE binarnego licznika rewersyjnego typu 40103 - IC3.

Przyjrzyjmy się teraz nieco bliżej dwom licznikom binarnym IC2 i IC3. Pierwszy z nich, popularna kostka typu 4060 pracuje w typowym dla siebie układzie generatora impulsów prostokątnych o częstotliwości określonej pojemnością C1 i rezystancją R1 i R2 i dzielnika tej częstotliwości przez 14. Wejście zerujące tego licznika jest permanentnie zwarte z masą, tak że pracuje on bez jakichkolwiek przerw, przekazując stany logiczne z swoich siedmiu młodszych wyjść na wejścia programujące licznika rewersyjnego IC3. Najstarsze wyjście licznika IC2 zostało połączone z wejściem zegarowym licznika IC3 umożliwiając mu stałą (wejście zerujące RST połączone z plusem zasilania) pracę. Co pewien czas na wyjściu przeniesienia licznika 40103 pojawiają się krótkie impulsy ujemne doprowadzane do wejścia zerującego przerzutnika R-S, co jednak przed włączeniem tego przerzutnika nie ma najmniejszego znaczenia i niczego nie zmienia w pracy urządzenia.

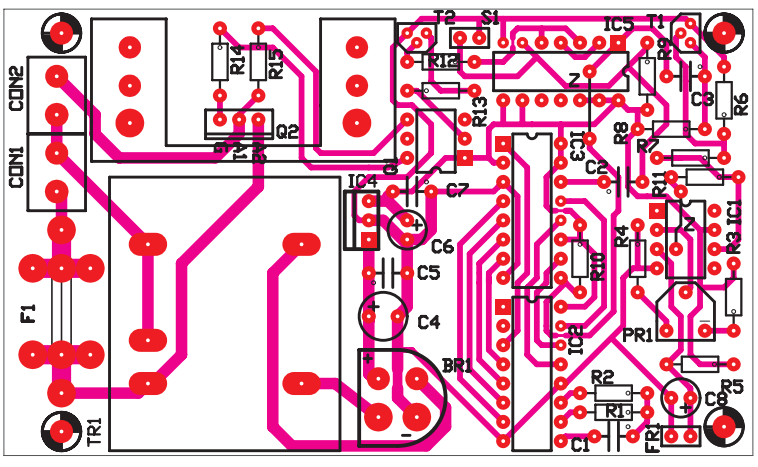
Jak już wspomniałem, powstanie krótkiego impulsu ujemnego na kondensatorze C3 spowodowało nie tylko włączenie przerzutnika R-S, ale także wpisanie do rejestru licznika IC3 siedmiobitowego słowa znajdującego się aktualnie na młodszych wyjściach licznika IC2. Łatwo zauważyć, że są to wartości zupełnie przypadkowe i że licznik IC3 rozpoczyna w tym momencie zliczanie w dół od losowo wybranej liczby. Ponieważ na wejściu P5 tego licznika został na stałe wymuszony stan wysoki, nie może to być liczba mniejsza niż 32 i większa niż 255.

Częstotliwość pracy generatora wbudowanego w strukturę układu 4060 zastała dobrana tak, że na jego wyjściu Q14 występuje przebieg o częstotliwości ok. 1/60Hz, czyli o okresie w przybliżeniu równym jednej minucie. Tak więc czas jaki minie do momentu pojawienia się na wyjściu przeniesienia licznika IC3 stanu niskiego jest losowo wybrany i zawiera się pomiędzy ok. 1/2 godziny, a nieco ponad 4 godzinami.

W ten sposób zrealizowaliśmy postawione przed nami zadanie konstrukcyjne. Światło w domu będzie włączane zawsze z nadejściem zmroku i wyłączane po losowo wybranym okresie czasu, z uwzględnieniem zastrzeżenia, że czas ten nie może być krótszy niż pół godziny.

Układ zasilany jest z sieci energetycznej 220VAC za pośrednictwem transformatora TS1. Obniżone do wymaganego poziomu

Rys. 2 Schemat montażowy



Wykaz elementów

Kondensatory

C1, C5, C7	100nF
C2	1nF
C3	10nF
C4	1000µF/16
C6	2200181µF/16
C8	10µF/16

Rezystory

R1	56kΩ
R2	120kΩ
R3, R4, R6	2kΩ
R5, R7	5,6kΩ
R8, R13	820Ω
R9, R10, R12	5,1kΩ
R11	10MΩ

Półprzewodniki

BR1	mostek prostowniczy 1A
IC1	TL081 lub odpowiednik
IC2	4060
IC3	40103
IC4	7812
IC5	4011
Q1	MOC3040
Q2	BT136/400
T1, T2	BC548 lub odpowiednik

Pozostałe

CON1, CON2	ARK2
F1	oprawka plastykowa + bezpiecznik topikowy 1A
TR1	transformator sieciowy typu TS

napięcie przemienne prostowane jest przez prostownik pełnookresowy BR1, wygładzane za pomocą kondensatora C4 i stabilizowane do poziomu 12VDC za pomocą scalonego stabilizatora napięcia IC4 - 7812.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została pokazana mozaika ścieżek oraz rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego wykonanej na laminacie jednostronnym. Montaż wykonujemy w całkowicie typowy sposób, rozpoczynając od dwóch zworek i elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu w płytkę transformatora sieciowego. Pod układy scalone jak zwykle zalecam zastosować podstawki, a montując fragmentów płytki znajdujących się pod napięciem sieci energetycznej wykonać ze szczególną starannością.

W układzie modelowym zastosowałem triak typu BT136, który zamocowany do niewielkiego radiatora umożliwia sterowanie obciążeniami o maksymalnym prądzie do 5A. Jeżeli ta wartość okaże się niewystarczająca, to nic nie stoi na przeszkodzie w zastosowaniu triaka o większym dopuszczalnym prądzie i wyposażonego w większy radiator.

Na zakończenie jeszcze raz chciałbym podkreślić to, na co zawsze zwracam Waszą uwagę Pamiętajcie, że niektóre fragmenty układu połączone są galwanicznie z niebezpiecznym dla zdrowia i życia napięciem sieci energetycznej. Bardzo Was proszę, zachowajcie szczególną ostrożność i nie zapominajcie o zasadzie pracy jedną ręką, jeżeli płytka układu została już dołączona do sieci. Wszystkie próby i ewentualne eksperymenty najlepiej wykonywać korzystając z pomocniczego zasilacza odizolowanego od sieci.

Wykonany z sprawdzonych elementów układ nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania. Eksperymentatorzy mogą jedynie próbować zmienić narzucone przeze mnie maksymalne i minimalne czasy włączenia oświetlenia, dobierając wartości elementów decydujących o częstotliwości pracy generatora zegarowego.

Regulacja czułości układu wejściowego a tym samym poziomu natężenia oświetlenia, przy którym ma nastąpić włączenie oświetlenia jest dziecinnie prosta. Płytkę układu umieszczamy w miejscu, do którego dociera jedynie światło dzienne i czekamy spokojnie na nadejście zmroku. W chwili, kiedy uznamy że światło powinno już zostać włączone pokręcamy delikatnie potencjometrem montażowym PR1 aż do momentu włączenia przerzutnika R-S.

Zbigniew Raabe

Wykorzystanie zasilacza od PC

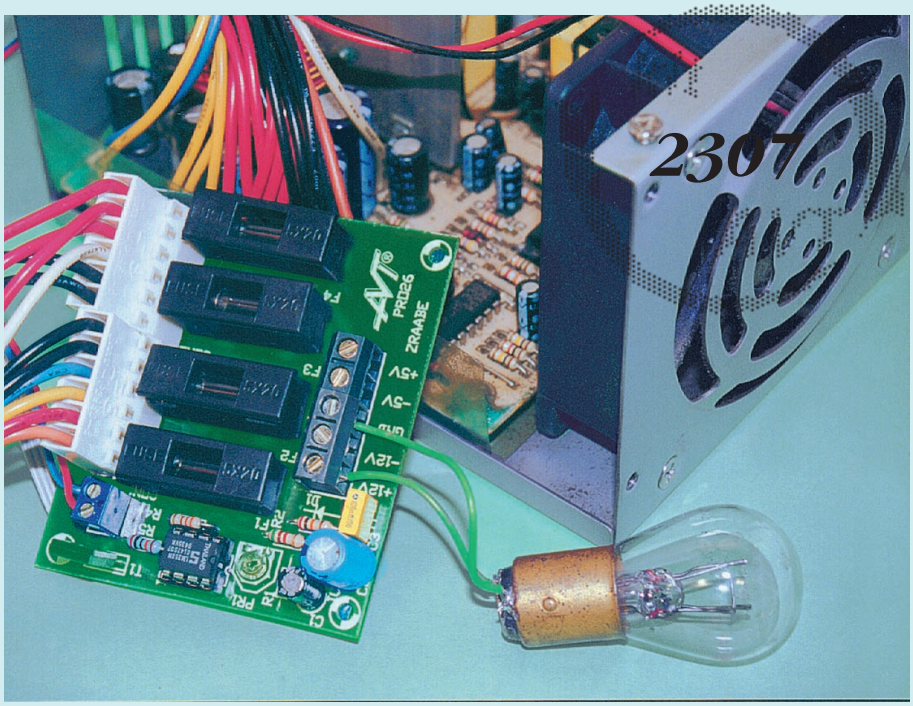
Do czego to służy?

Z niejaką obawą przystępuję do zaprezentowania Czytelnikom Elektroniki dla Wszystkich kolejnego zasilacza. Opisów budowy zasilaczy było już w naszym piśmie wiele i sam nie wiem, w jaki sposób mógłbym sprowokować Wasze zainteresowanie kolejnym układem z tej rodziny. No dobrze, spróbuję trochę poreklamować swoją konstrukcję.

Co powiecie, drodzy Czytelnicy na zasilacz o maksymalnej mocy 200W, dostarczający napięć 5VDC, 12VDC, -12VDC i -5VDC? Z wyjścia dostarczającego napięcia 5V będziemy mogli czerpać prąd o natężeniu dochodzącym do ... 20A, wyjście 12V będziemy mogli obciążyć odbiornikami pobierającymi do 8A, a tylko pozostałe wyjścia napięć ujemnych względem masy będą miały obciążalność nie przekraczającą 0,5A. Przypuszczacie zapewne, że niżej podpisany chce Wam zaproponować budowę jakiejś monstrualnej konstrukcji, ogromnej skrzyni wypełnionej transformatorami i radiatorami. Nic z tych rzeczy, proponowany zasilacz będzie miał wymiary prawie kieszonkowe i z pewnością zmieści się na nawet małym stoliku warsztatowym. Moi Oponenci z pewnością zapytają teraz o sprawy finansowe: „Ile, drogi autorze, takie cacko ma kosztować i kogo będzie na to stać?". I na to pytanie mogę odpowiedzieć bez zażenowania: koszt bloku głównego takiego zasilacza nie przekroczy 50PLN, a wielu przypadkach będziemy mogli mieć go za darmo, wraz z satysfakcją z uchronienia wartościowego układu elektronicznego przed wyrzuceniem na śmietnik!

Jeżeli udało mi się sprowokować Wasze zainteresowanie, to muszę wreszcie zdradzić moją tajemnicę, którą i tak większość z Was już odgadła: chciałbym zaproponować racjonalne wykorzystanie niepotrzebnego już, lub specjalnie zakupionego zasilacza od komputera klasy PC.

Tempo rozwoju hardware'u komputerowego nabiera ostatnio coraz większej prędkości. Podzespołu komputerowe, nowoczesna przed dwoma laty czy nawet przed rokiem, lądują z hukiem na złomowiskach zastępowane przez nowe rozwiązania techniczne, które także w najbliższym czasie podzielą los swych poprzedników. W najbliższym czasie czeka nas prawdziwa hekatomba, jaką będzie z pewnością „zagłada" napędów CDROM, które niezależnie od ich prędkości odczytu zostaną zastąpione przez stacje DVD. Ciekawe, ile jeszcze czasu wytrzymają



stacje dysków 1,4MB, o pojemności zupełnie nie dostosowanej do obecnych wymagań. Jak do tej pory „trzymały" się dzielnie tylko obudowy do PC, w zasadzie nie zmieniane od wielu, wielu lat. W obudowę od archaicznej 386 możemy bez najmniejszych problemów „wpakować" komputer w nowoczesnej konfiguracji z PENTIUM II.

Tak czy inaczej, wielu użytkowników komputerów PC stanęło przed koniecznością wymiany obudowy komputera na nową. Wszystkie podzespoły, które do tej pory znajdywały schronienie w starej obudowie można przenieść do nowej, z jednym wyjątkiem: w obudowie AT pozostał nam sprawny, lecz w obecnej postaci bezużyteczny zasilacz. I co z nim zrobić? Stać na giełdzie i usiłować go sprzedać za grosze? Chyba nikt z nas nie miałby czasu i nerwów na takie operacje handlowe!

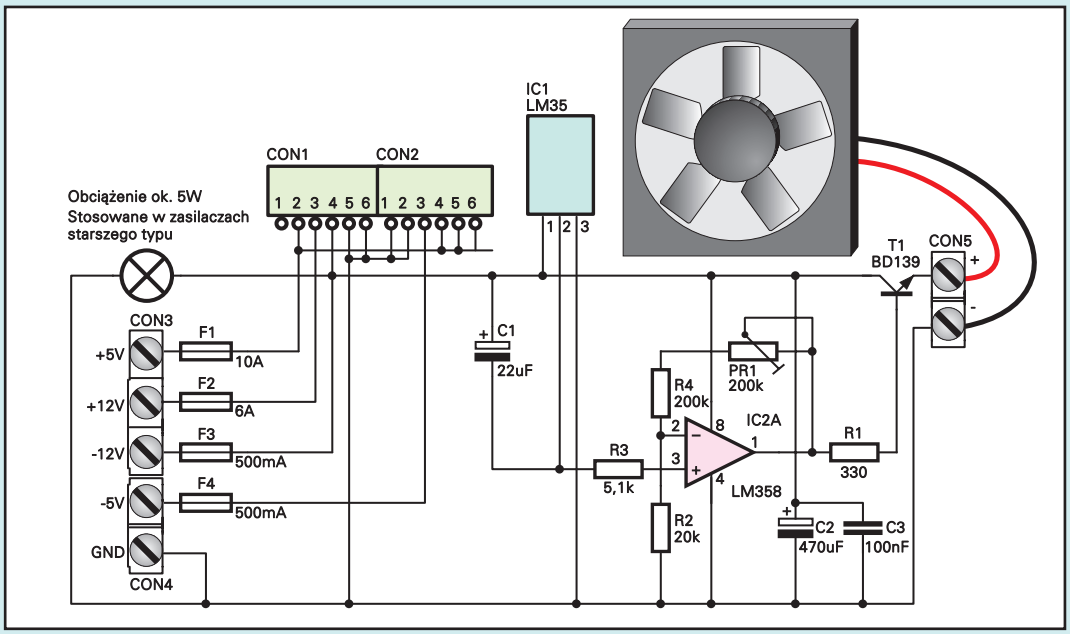
Drugim źródłem pozyskania zasilacza do PC jest możliwość zakupienia go na giełdzie komputerowej. Niedawno, po kilku ryzykownych eksperymentach z samodzielnie zaprojektowanymi kartami do PC, byłem zmuszony dokonać takiej transakcji i za pełnosprawny zasilacz zapłaciłem jedynie 35 PLN.

Zakupiony lub wymontowany z obudowy zasilacz PC możemy zastosować do naszych celów bez jakichkolwiek przeróbek. Jednak takie urządzenie będzie miało jedną, wspólną z komputerem PC wadę: będzie wytwarzało niezbyt głośny, lecz dość uciążliwy szum. Wszyscy wiemy, jak może on być dokuczliwy, szczególnie w porze nocnej. Wprawdzie w komputerze nakładają się na siebie szumy z wentylatora chłodzącego zasilacz i wentylatora procesora (i niekiedy także z dodatkowego wentylatora chłodzącego cały system, stosowanego w komputerach bardziej rozbudowanej konfiguracji), ale i sam zasilacz może okazać się dość przykry dla otoczenia. Jak możemy poradzić sobie z tym problemem? Rozwiązanie jest dość proste: wystarczy dodać do naszego wentylatora trywialnie prosty regulator obrotów, który odtąd będzie pracował z wydajnością dostosowaną do aktualnych potrzeb. Doświadczalnie stwierdziłem, ze przy obciążeniu zasilacza mocą ok. 50W, całkowicie wystarczające okazało się doprowadzenia do wentylatorka napięcia ok. 6V, przy którym odgłosy jego pracy były praktycznie niesłyszalne. Dopiero obciążenie zasilacza mocą ok. 180W spowodowało konieczność włączenia wentylatora na „pełny regulator", i to dopiero po kilku minutach pracy.

Drugim utrudnieniem w wykorzystaniu zasilacza od PC w naszym laboratorium jest fakt że niektóre zasilacze starszego typu nie mogą pracować bez obciążenia lub z zbyt małym obciążeniem. Jak się jednak za chwilę okaże, jest to jednak problem bardzo łatwy do przezwyciężenia.

Jak to działa?

Schemat elektryczny prostego układu, który ma umożliwić wygodne i bezpieczne korzystanie z zasilacza PC został po-



Rys. 1Schemat ideowy

kazany na **rysunku 1**. Zadaniem układu jest przede wszystkim regulacja obrotów wentylatora zasilacza, ale pełni on także drugą, bardzo pożyteczną funkcję, od której rozpoczniemy omawianie schematu.

Każdy zasilacz musi być wyposażony w odpowiedni system zabezpieczający przed jego przeciążeniem, a w szczególności przed skutkami zwarcia jego wyjścia do masy. Niestety, starszej generacji zasilacze komputerów PC nie są wyposażone w jakiekolwiek zabezpieczenie elektroniczne, ale jedynie w bezpiecznik topikowy umieszczony wewnątrz obudowy. W przypadku jego przepalenia wymiana jest dość kłopotliwa, ponieważ bezpiecznik ten jest najczęściej przylutowany do odpowiednich punktów na płytce obwodu drukowanego. Dlatego też uznałem za wskazane zastosowanie dodatkowych bezpieczników, umieszczonych na płytce naszego układu i zabezpieczających oddzielnie wszystkie obwody wyjściowe zasilacza. Do wyjścia +5VDC należy zastosować bezpiecznik 10 ... 16A, do wyjścia +12VDC - 6A, a do wyjść -5VDC i -12VDC odpowiednie będą bezpieczniki 500mA.

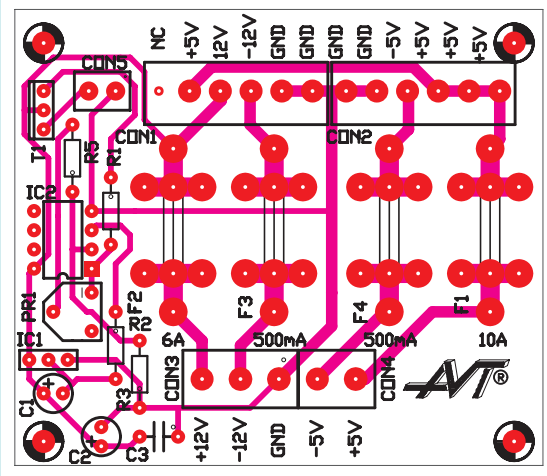
Zajmijmy się teraz układem regulacji obrotów wentylatora w funkcji temperatury panującej na elementach wykonawczych zasilacza. Jako czujnik temperatury zastosowałem popularny i niezwykle wygodny w użyciu czujnik temperatury typu LM35. Napięcie, liniowo proporcjonalne do temperatury czujnika, pobierane z wyjścia IC1 podawane jest na wejście 3 wzmacniacza operacyjnego IC2. Wartości elementów decydujących o stopniu wzmocnienia tego wzmacniacza zostały dobrane tak, że napięciu 200mV (20°C) wyjściu czujnika odpowiada napięcie ok. 5V na wyjściu wzmacniacza. Natomiast jeżeli czujnik znajdzie się w temperaturze ok. 80°C, to napięcie na wyjściu 1 IC2 będzie prawie równe napięciu zasilania.

Wentylator chłodzący zasilacz zasilany jest z wyjścia wtórnika - tranzystora T1 napięciem niższym o ok. 0,6V od napięcia panującego na wyjściu wzmacniacza operacyjnego. Tak więc, najwyższe napięcie zasilania wentylatora będzie nieco mniejsze od 12V, ale w praktyce okazało się, że skuteczność chłodzenia była całkowicie wystarczająca. Natomiast przy napięciu 5V wentylator pracował praktycznie całkowicie bezszelestnie.

Omówienia wymaga jeszcze rola, jaką pełni w układzie kondensator C1. Po włączeniu zasilania kondensator ten ładuje się prądem pobieranym z wyjścia czujnika IC1 i napięcie na wejściu wzmacniacza IC2 jest początkowo prawie równe napięciu zasilania. Tak więc, niezależnie od temperatury panującej we wnętrzu zasilacza wentylator jest przez kilka sekund zasilany pełnym napięciem, co umożliwia pewny rozruch silnika.

Aby umożliwić start starszych typów zasilaczy przy małym obciążeniu do obwodu wyjściowego 12VDC dołączone zostało dodatkowe obciążenie, pobierające prąd o wartości ok. 500mA. W układzie modelowym rolę dodatkowego obciążenia pełniła żarówka samochodowa o mocy 5W.

Rys. 2 Schemat montażowy



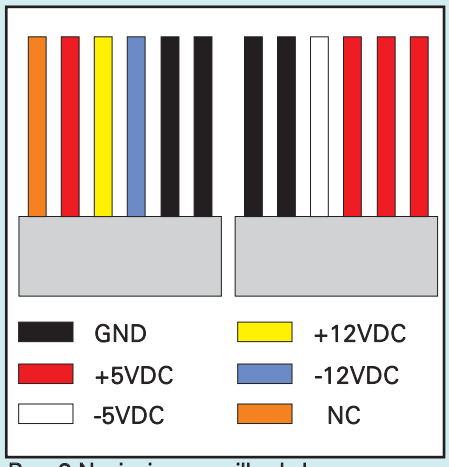
Montaż i uruchomienie.

Na **rysunku 2** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie jednowarstwowym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu wykonujemy w typowy, wielokrotnie już opisywany sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu złącz i kondensatorów elektrolitycznych.

Jedyną czynnością regulacyjną będzie ustawienie napięć na wyjściu CON5 układu. Podgrzewamy czujnik IC1 do temperatury ok. 80°C, na przykład przez umieszczenie go w wodzie destylowanej o tej temperaturze. Pokręcając potencjometrem montażowym PR1 ustawimy na emiterze tranzystora T1 maksymalne napięcie, które powinno wynosić nieco ponad 11V. Po ochłodzeniu czujnika napięcie to powinno spaść do poziomu ok. 5V.

Znacznie więcej uwagi i ostrożności wymagać będzie dołączenie zmontowanego układu do zasilacza od PC.

W pierwszej kolejności dołączamy do naszego układu przewody zasilające. Będą to przewody normalnie dostarczające czterech napięć do płyty głównej komputera, a właściwe ich połączenie ma decydujące znaczenie dla działania (i całości) wykonanego urządzenia. W układzie zastosowaliśmy złącza CON1 i CON2 identyczne z montowani na płytach głównych PC, a więc i połączenie przewodów będzie takie same. Dwie wiązki przewodów wyprowadzone z zasilacza i zakończone sześcio końcówkowymi wtykami dołączamy do złącz CON1 i CON2 w taki sposób, aby przewody oznaczone kolorem czarny znalazły się o-



Rys. 3 Napięcia na szpilkachzłącza

bok siebie. Przestrzeganie tej zasady pozwoli na unikniecie pomyłki i odwrotnego dołączenia zasilania, co w większości przypadków skończyłoby się zniszczeniem wykonanego urządzenia. Na **rysunku 3** zostały pokazane napięcia występujące na przewodach wiązek zasilania płyty głównej i odpowiadające im kolory.

Kolejną operacją będzie odkręcenie pokrywy obudowy zasilacza. I teraz uwaga: od tego momentu możemy się spotkać z niebezpiecznym dla życia napięciem sieci energetycznej 220VAC. Wszelkie czynności wewnątrz zasilacza możemy wykonywać jedynie po wyjęciu wtyku kabla zasilającego z gniazdka!

Do jednego z wyjść układu dołączamy obciążenie, którym może być np. żarówka świateł głównych samochodu włączona w obwód 12VDC. Po włączeniu zasilania żarówka powinna zapalić się, a my musimy poczekać kilka minut. Po tym okresie czasu odłączamy zasilanie 220V i sprawdzamy, który z radiatorów umieszczonych wewnątrz obudowy zasilacza rozgrzał się najbardziej. Do tego właśnie radiatora musimy zamocować czujnik temperatury IC1, najlepiej przyklejając go za pomocą kleju silikonowego lub POXIPOL'u. Trzy przewody prowadzące do czujnika przewlekamy przez gumową przelotkę w obudowie zasilacza i dołączamy do płytki naszego układu.

Kolejną czynnością będzie odłączenie przewodów zasilania wentylatora od płytki zasilacza i po przewleczeniu ich przez gumową przelotkę dołączenie do złącza CON5. I tu także musimy zwrócić uwagę na biegunowość zasilania, dołączając przewód oznaczony kolorem czerwonym do zacisku „+" złącza CON5.

Po dołączeniu wentylatora do układu sterującego zamykamy obudowę zasilacza i przystępujemy do wykonania ostatniego zadania, którym będzie zamontowanie odpowiedniego włącznika sieciowego. Najlepiej będzie zastosować typowy włącznik stosowany w komputerach PC, tym bardziej że włącznik taki jest kolejnym elementem „uratowanym" przed złomowaniem obudowy PC. Sposób dołączenia włącznika i kolory przewodów z zasady pokazane są na obudowie zasilacza.

Zbigniew Raabe

Wykaz elementów.

Kondensatory

C1	22µF
C2	470µF
C3	100nF

Rezystory

PR1	potencjometr montażowy miniaturowy 200kΩ
R1	330Ω
R2	20kΩ
R3	5,1kΩ
R4	200kΩ

Półprzewodniki

IC1	LM35
IC2	LM358
T1	BD139 lub odpowiednik

Pozostałe

CON1,CON2	złącza zasilania płyty głównej PC
CON3	ARK3
CON4	ARK2
CON5	ARK2 (3,5mm)
F1	oprawka plastykowa + bezpiecznik 10A
F2	oprawka plastykowa + bezpiecznik 6A
F3, F4	oprawka plastykowa + bezpiecznik 500mA

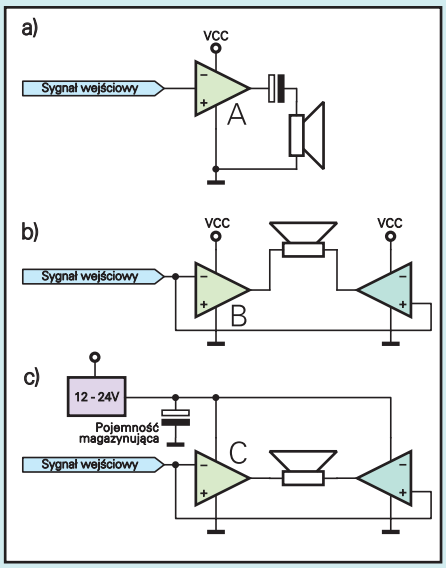
Samochodowy booster 40W

Do czego to służy?

Angielskie słowo „booster" oznacza coś, co pozwala na zwiększenie wydajności jakiegoś urządzenia ponad zwykle stosowaną normę. Stosowane jest często w lotnictwie, gdzie włączenie boostera oznacza dodatkowe zwiększenie mocy silników, najczęściej podczas startu lub w trakcie wykonywania manewrów bojowych. Po co jednak nam takie urządzenie w samochodzie? Wprawdzie wizja Fiata 126 pędzącego po ulicy z rykiem silnika, płomieniami buchającymi z rury wydechowej i przypominającego startującego z włączonym afterburner'em F22 wydaje się bardzo nęcąca, ale nie sądzę, aby przepisy ruchu drogowego obowiązujące w naszym kraju zezwalały na stosowanie takich wynalazków.

Nie będziemy zatem konstruować dopalacza do silnika samochodu, ale postaramy się zwiększyć moc już zainstalowanej w nim instalacji nagłaśniającej. Moduł wzmacniacza zbudowany z użyciem nie najnowszego już, ale wciąż użytecznego układu Philipsa TDA1560Q, powinien zainteresować wszystkich amatorów słuchania głośnej muzyki. Dzięki wewnętrznemu układowi podnoszenia napięcia pozwala on zrealizować tani booster dostarczający do obciążenia 8Ω mocy 2x40W.

Dzięki wbudowanym w swoją strukturę licznym układom zabezpieczającym TDA1560 jest układem wyjątkowo odpornym na wszelkie nieszczęścia, jakie mogą spotkać wzmacniacz zainstalowany w samochodzie. Więcej, dzięki układowi sygnalizacji optycznej zawsze będziemy wiedzieli o ewentualnym defekcie w instalacji.



Rys. 1 Konfiguracje wzmacniaczy

Jak to działa?

Jak wiadomo, pokładowa instalacja elektryczna samochodu dostarcza prądu o napięciu 12,6V, a podczas jazdy ok. 14,6V. Tak niskie napięcie jest powodem licznych problemów konstrukcyjnych, zmusza do stosowania przewodów o dużym przekroju, a w szczególności sprawia kłopoty konstruktorom budującym samochodowe wzmacniacze akustyczne. Ponieważ jednak nic nie wskazuje na to, aby w najbliższym czasie przemysł motoryzacyjny, znany z swojego konserwatyzmu, zmienił standardy obowiązujące przy projektowaniu instalacji samochodowych, musimy jakoś sobie radzić i starać się różnymi sztuczkami technicznymi podnieść maksymalną moc wyjściową wzmacniaczy akustycznych.

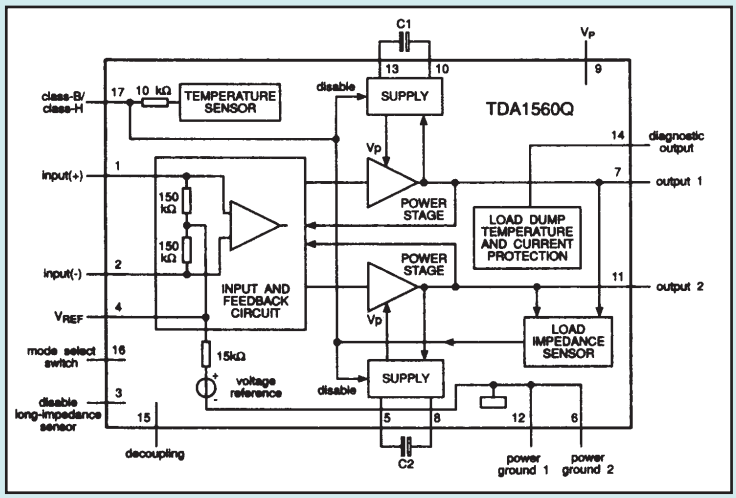
W przypadku wzmacniacza zasilanego pojedynczym napięciem i z kondensatorem wyjściowym **(rys.1 a)** polaryzuje się jego wyjście napięciem o wartości połowy napięcia zasilania, co umożliwia symetryczne zmiany napięcia wyjściowego dla obu połówek sinusoidy sterującej układ. Wymaga to zastosowania kondensatora sprzęgającego, separującego głośnik od składowej stałej napięcia wyjściowego wzmacniacza. Kondensator ten powinien umożliwiać przepływ znacznych prądów, a jego pojemność winna być dostatecznie duża, by nie pogarszać własności układu dla niskich częstotliwości. Klasyczny układ z kondensatorem wyjściowym nie pozwala (w instalacji samochodowej) na osiągnięcie mocy większych od kilku watów i obecnie praktycznie nie jest już stosowany.

Przed około 10-ciu laty konstruktorzy zaproponowali zastosowanie wzmacniaczy pracujących w układzie BTL - mostkowym **(rys. 1b)**. W układzie takim na głośnik podawano dwa sygnały akustyczne, przesunięte w fazie o 180 stopni. Rozwiązanie to pozwalało uzyskać w obciążeniu czterokrotnie wyższą moc niż w wcześniej omówionym układzie. Wzmacniacze pracujące w klasie BTL stosowane są powszechnie w samochodowych instalacjach nagłaśniających małej mocy.

Jednak dopiero zastosowanie przetwornika podwyższającego napięcie **(rys. 1c)** pozwoliło na radykalne rozwiązanie trudności związanych z osiąganiem dużych mocy wyjściowych przez wzmacniacze samochodowe i nie jest obecnie problemem technicznym zbudowanie takiego wzmacniacza o mocy nawet kilkuset watów. Problem techniczny zniknął, ale pozostał problem ekonomiczny. Przetwornice podwyższające napięcie są urządzeniami bardzo kosztownymi, a w przypadku działalności hobbystycznej trudnymi do wykonania. Dlatego też firmy produkujące układy półprzewodnikowe zaczęły poszukiwać rozwiązania kompromisowego, a poszukiwania te zaowocowały opracowaniem przez znaną firmę Philips układu TDA1560. Układ ten przedstawia sobą wyjątkowo korzystny stosunek jego ceny do wartości użytkowej urządzenia, które z jego pomocą możemy zbudować.

Układ TDA 1560

Struktura wewnętrzna układu jest przedstawiona na **rys. 2**, a wyprowadzenia i ich opis - w tabeli 1. Układ zawiera wzmacniacz mocy pracujący w tzw. klasie H (klasa B plus podwyższanie napięcia zasilania) z możliwością zmiany rodzaju pracy. Zastosowane rozwiązanie polega na wysterowaniu głośnika w układzie mostkowym, gdy poziom mocy wyjściowej nie przekracza 10W. Gdy napięcie wejściowe staje się odpowiednio duże, wewnętrzny konwerter dostarcza podwojonego napięcia zasilającego. To podwojenie napięcia jest osiągane dzięki dwóm zewnętrznym kondensatorom elektrolitycznym. Pojemności tych kondensatorów, oczywiście ograniczają wartości prądów w zakresie dolnych częstotliwości. Moc wyjściowa sięga 40W przy poziomie zniekształceń harmonicznych bliskim 10%.



Rys. 2 Struktura wewnętrzna układu

Rozwiązanie takie pozwala na redukcję rozmiarów urządzenia, ponieważ radiator odprowadza maksymalną moc tylko w pewnych okresach. Przy zainstalowaniu odpowiedniego radiatora układ jest w stanie dostarczać na wyjściu mocy 40W w sposób ciągły.

W normalnych warunkach pracy (sygnał muzyczny) układ podwyższający napięcie jest aktywny w procentowo niewielkim przedziale czasu. Według firmy Philips, przy założeniu zbliżonego do normalnego rozkładu amplitudy sygnału wejściowego, straty mocy wynoszą około 50% strat mocy wzmacniacza klasy B dostarczającego do obciążenia zbliżonej mocy. Umożliwia to proporcjonalna redukcje rozmiarów i wagi radiatora. Jeśli jednak wysteruje się układ z takim radiatorem sygnałem powodującym pracę w klasie H i dostarczenie maksymalnej mocy, temperatura układu może podnieść się nawet do 120 stopni. Spowoduje to włączenie wewnętrznych układów zabezpiecza-jących, które blokują działanie układów podwyższających napięcie, ograniczenie mocy wyjściowej do 10W, a mocy strat - do 5W. Oznacza to, że mimo chwilowego przeciążenia termicznego układu jego funkcjonowanie nie zostaje przerwane.

Przykładając odpowiednie napięcie na wyprowadzenie 16 układu, użytkownik może wymusić jeden z czterech rodzajów pracy układu: standby (pobór prądu poniżej 50µA), mute (odłączenie wyjścia), klasa B (blokada układu podnoszącego napięcie zasilania, ograniczona moc wyjściowa), oraz klasa H (aktywny układ podnoszenia napięcia zasilania, wysoka moc wyjściowa). Przejście ze stanu standby do klasy H nie powoduje żadnych niepożądanych efektów akustycznych, nie wymaga ono także pozostawania w stanie mute, jeśli tylko napięcie odniesienia nie jest odseparowane i układ detekcji impedancji obciążenia nie jest zablokowany.

Jak już wyżej wspomniałem, wzrost temperatury układu powyżej 120 stopni Celsjusza powoduje zablokowanie konwertera napięcia i przejście układu do pracy w klasie B. Kontrola temperatury układu jest możliwa za pośrednictwem napięcia znajdującego się na wyprowadzeniu 17 układu. Istnieje możliwość wymuszenia przejścia układu do pracy w klasie B przez podanie odpowiednio wysokiego napięcia na wyprowadzenie 17, jak również wymuszenia pozostawania w klasie H przez podanie na nie niskiego napięcia.

TDA 1560 jest zabezpieczony przed zwarciem wyjść z masą. Trwałe zwarcie wyjść do masy lub zasilania powoduje odłączenie stopnia wyjściowego i ochronę układu przed nadmierną stratą mocy i wzrostem temperatury. Stopień wyjściowy zostaje ponownie dołączony po upływie 20ms od zaniku zwarcia.

Układ TDA 1560 jest wyposażony w układ detekcji oporności głośnika stanowiącego obciążenie. Przy każdorazowym przejściu ze stanu standby do mute układ testuje wartość oporności głośnika i powoduje blokadę układu podwyższania napięcia, jeśli ta oporność wynosi poniżej 4Ω. Jeśli oporność ta przekracza 6.2R, praca w klasie H jest dozwolona. Oporność poniżej 1,5Ω jest traktowana jako zwarcie, co powoduje wspomniane już odłączenie stopnia wyjściowego.

Istnieje możliwość zablokowania detektora oporności obciążenia poprzez zwarcie wyprowadzenia 3 do masy, co pozwala na pracę w klasie H (do 120°C nawet przy zwarciu wyjść). Nie sądzę jednak, aby taka operacja miała jakikolwiek sens i mogła wyjść naszemu układowi na dobre.

Wykaz elementów.

Kondensatory

C1, C2	2200µF/25V
C3, C4, C5, C6	220nF
C7	10µF/16
C8	220uF/16
C9	100nF
C10	1µF
C11	4700µF/16

Rezystory

R1, R2, R3, R4	2,2Ω
R5	150kΩ
R6	dobrać rezystor o mocy 0,5Ω wg opisu w tekście
R7	1kΩ/0,5Ω
R9, R8	5,6kΩ
R10	820Ω

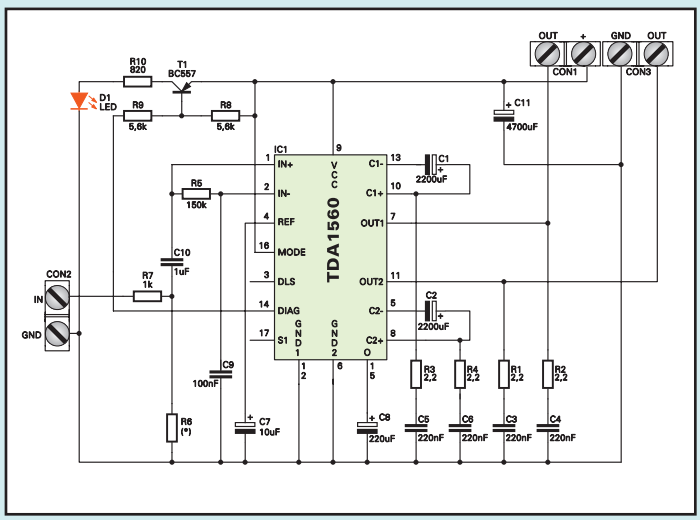
Półprzewodniki

D1	LED
IC1	TDA1560
T1	BC557 lub odpowiednik

Pozostałe

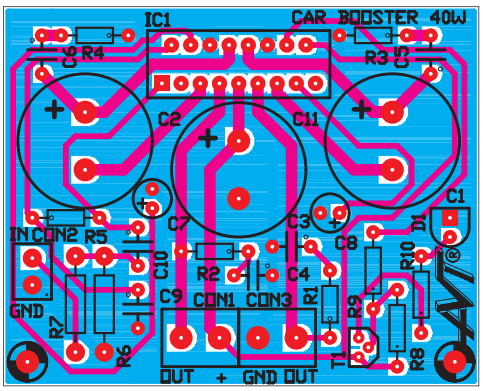
CON1, CON3	ARK2
CON2	ARK2 (3,5mm)

Rys. 3 Schemat ideowy modułu



Tab. 1 Opis wyprowadzeń układu TDA 1560

Numer wyprow.	Symbol	Funkcja
1	+INP	Wejście nieodwracające
2	-INP	Wejście odwracające
3	DLS	Odłączanie czujnika impedancji głośników
4	Vref	Napięcie odniesienia
5	C2-	Kondensator magazynujący 1 (minus)
6	GND2	Masa 2
7	OUT1	Wyjście BTL 1
8	C2+	Kondensator magazynujący 2 (plus)
9	Vp	Napięcie zasilania
10	C1+	Kondensator magazynujący 1 (plus)
11	OUT2	Wyjście BTL 2
12	GND1	Masa 1
13	C1-	Kondensator magazynujący 1 (minus)
14	Vdiag	Wyjście diagnostyczne
15	Cdec	Odsprzęganie zasilania
16	MSS	Przełącznik trybu pracy
17	S1	Przełącznik klasa B - klasa „H"



Rys. 4 Schemat montażowy

Wyprowadzenie 14 umożliwia diagnostykę stanu układu. W sytuacji normalnej znajduje się ono na potencjale zasilania, w przypadku zaś nieprawidłowości (zbyt wysokie napięcie zasilania, zwarcie wyjść, zbyt wysoka temperatura) napięcie na tym wyprowadzeniu spada do około połowy napięcia zasilania i utrzymuje się tak długo, jak długo trwa przyczyna nieprawidłowego działania układu.

Wiemy już sporo na temat „bohatera dnia" - kostki TDA1560 i najwyższy czas zapoznać się z schematem naszego boostera, który przedstawiony został na **rysunku 3**. Tylko że .... na schemacie nie właściwie czego oglądać. Jest to typowa aplikacja fabryczna układu TDA1560, przerysowana z katalogu Philips'a. Może jedynym schematu układu wartym wspomnienia jest fragment układu z tranzystorem T1 i diodą LED D1. Jak już wiemy, w stanie „normalnym", kiedy to TDA1560 pracuje bez jakichkolwiek zakłóceń, napięcie na końcówce diagnostycznej DIAG równe jest napięciu zasilania i tranzystor T1 nie przewodzi. Zwarcie wyjścia do masy, przegrzanie struktury lub inne zakłócenie pracy wzmacniacza powoduje, niezależnie od obniżenia mocy wyjściowej lub wyłączenia końcówek mocy, wystąpienie na tym wyjściu napięcia równego w przybliżeniu połowie napięcia zasilania. W takim przypadku tranzystor T1 zaczyna przewodzić i dioda LED sygnalizuje swoim światłem nienormalną sytuację, w jakiej znalazł się nasz wzmacniacz.

Montaż i uruchomienie.

Na **rysunku 4** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie na niej elementów. Jak z pewnością już zauważyliście, płytka wykonana została w bardzo nietypowy sposób: na laminacie dwustronnym z wykorzystaniem strony elementów jako jednolitej powierzchni stanowiącej masę układu. Rozwiązanie takie zostało zastosowane ze względu na dość znaczną komplikację połączeń i konieczność stosowania jak najszerszych ścieżek masy. Płytka wykonana na laminacie jednostronnym musiałaby mieć znaczne rozmiary, przez co nie byłaby znacznie tańsza od płytki dwuwarstwowej. Natomiast zastosowane rozwiązanie radykalnie wyeliminowało problemy związane z ewentualnym wzbudzaniem się układu, który nie wykazuje tendencji do pracy jako generator nawet po odłączeniu kondensatorów zabezpieczających przed wzbudzaniem się.

Montaż wykonujemy w typowy sposób, a bardziej szczegółowego omówienia wymaga jedynie sposób wlutowanie układu TDA1560 i zamocowania radiatora. Kolejność postępowania będzie następująca:

1. Po wywierceniu odpowiednich otworów w radiatorze przykręcamy do niego układ IC1, nie zapominając o zastosowaniu pasty silikonowej dobrze przewodzącej ciepło. Stosowanie podkładki izolującej jest w większości przypadków zbędne.

2. Delikatnie przekładamy wyprowadzenia IC1 przez otwory w punktach lutowniczych i zwracając uwagę na prostopadłe położenie płytki względem radiatora starannie przylutowujemy je do płytki.

3. Płytka drukowana wraz z elementami „wisząca" na wyprowadzeniach układu TDA1560 mogłaby bez problemów pracować w warunkach stacjonarnych. Jednak układy przeznaczone do pracy w samochodach mają szczególne wymagania i dlatego wskazane jest dodatkowe zamocowanie płytki do radiatora za pomocą metalowych płaskowników przykręconych do otworów w płytce.

Układ TDA1560 ma jeszcze jedną, wygodną dla konstruktora cechę: do metalowej płaszczyzny odprowadzającej ciepło do radiatora dołączona jest masa zasilania. Tak więc, nie musimy odizolowywać radiatora od masy pojazdu.

Stosowanie diody D1 jest w zasadzie opcjonalne. Jeżeli jednak uznamy, że sygnalizacja niesprawności w działaniu wzmacniacza może być użyteczna, to diody należy umieścić w widocznym miejscu, najlepiej w bezpośrednim sąsiedztwie źródła sygnału, najczęściej radioodtwarzacza.

Celowo napisałem „diody" a nie „diodę", ponieważ najczęściej będziecie potrzebowali dwóch identycznych układów boostera, a wielu przypadkach nawet czterech. Większość współcześnie produkowanych radioodtwarzaczy posiada bowiem cztery wyjścia, służące zasilaniu czterech kolumn głośnikowych.

Ostatnią czynnością, jaką będziecie musieli wykonać będzie dobranie wartości rezystora R6, lub rezygnacja z jego stosowania. W żaden sposób nie mogłem przewidzieć, do jakiego typu radioodtwarzacza będziecie chcieli dołączyć zbudowane przez siebie boostery i jaka może być amplituda sygnału na ich wyjściach. Dlatego też rezystor R6 musicie dobrać doświadczalnie tak, aby nawet przy pełnej mocy pobieranej z radioodtwarzacza nie następowało przesterowanie boostera.

Zbigniew Raabe

Ładowarka akumulatorów żelowych Zasilacz buforowy

Do czego to służy?

Opisane urządzenie zostało opracowane wskutek licznych próśb naszych Czytelników. Upominają się oni o wszelkie układy do ładowania akumulatorów. Układ ładowania akumulatorów niklowo-kadmowych z układem U2400 zaspokoił potrzeby tych wszystkich, którzy chcą w ściśle kontrolowany sposób ładować swoje akumulatorki zasadowe NiCd i NiMH. Otrzymaliśmy szereg informacji nie tylko o praktycznym wykorzystywaniu opisanego przez nas układu, ale też doniesienia o samodzielnie przeprowadzonych modyfikacjach, dostosowujących układ do indywidualnych potrzeb. Naprawdę cieszymy się, że materiał z EdW pomógł rozwiązać problem wielu z Was.

Niemniej jednak otrzymujemy listy od posiadaczy akumulatorów kwasowych, którzy domagają się układu do ich ładowania. W niedalekiej przyszłości planujemy zaprezentowanie dużego prostownika do akumulatorów o pojemności 15...150Ah, a w tym numerze przedstawiamy prosty i tani układ przeznaczony do akumulatorów o mniejszych pojemnościach, zwłaszcza do nowoczesnych, szczelnych akumulatorów przeznaczonych do wszelkiego rodzaju urządzeń alarmowych, UPS-ów, itp.

Urządzenie przeznaczone jest do pracy przy prądzie ładowania 0,1 A do 1A, co jest wartością wystarczającą dla akumulatorów o pojemności do 1,2....20Ah. W wersji podstawowej układ przeznaczony jest dla akumulatorów o napięciu nominalnym 12V, ale bez problemów można go dostosować do akumulatorów o napięciu 6V czy nawet 4V.

Układ jest prosty, tani, a jednocześnie ma bardzo dobre parametry (dzięki zastosowaniu scalonego stabilizatora). Wykorzystana konfiguracja skutecznie zapobiega przeładowaniu akumulatora, nawet przy podłączeniu go na dowolnie długi okres czasu. Układ projektowany był specjalnie do roli zasilacza buforowego, stale podłączonego do akumulatora. W tej roli układ stale podładowuje akumulator niewielkim prądem konserwującym, w razie poboru większego prądu służy jako dodatkowe źródło prądu o wydajności do 1...1,5A, natomiast w przypadku wyładowania akumulatora (np. po zaniku napięcia sieci 220V), ładuje go prądem nominalnym.

Uwaga! Zastosowana w tym układzie koncepcja ładowania, pracy buforowej i stałego podładowywania dobrze sprawdza się w przypadku akumulatorów kwasowych, mających w przybliżeniu liniową zależność napięcia od stanu naładowania. Akumulatory zasadowe (niklowo-kadmowe i wodorkowe) nie wykazują takiej zależności w dostatecznym stopniu, a mają inne specyficzne cechy (np. efekt pamięciowy), dlatego opisany układ nie jest zalecany do pracy w charakterze zasilacza buforowego dla zestawu akumulatorów zasadowych. W zasadzie może on być stosowany do wszelkich akumulatorów, ale wtedy trzeba we własnym zakresie sprawdzić, czy taki rodzaj pracy sprawdzi się w przypadku akumulatorów zasadowych, zwłaszcza niklowo-kadmowych, których niektóre egzemplarze mogą wykazywać silny efekt pamięciowy.

Opisany układ ładuje pusty akumulator jakimś prądem nominalnym, ustalonym przez użytkownika. Gdy w trakcie ładowania napięcie na zaciskach akumulatora wzrośnie, prąd ładowania zostanie zmniejszony. Odpowiednie dobranie napięcia „nominalnego" ładowarki skutecznie zabezpieczy akumulator przed przeładowaniem. Jest to tryb ładowania najpierw przy stałym prądzie, potem przy stałym napięciu. Bliższe szczegóły na temat takiego sposobu ładowania podane są w EdW 10 i 11/96, gdzie wyczerpująco omówiono właściwości akumulatorów kwasowych.

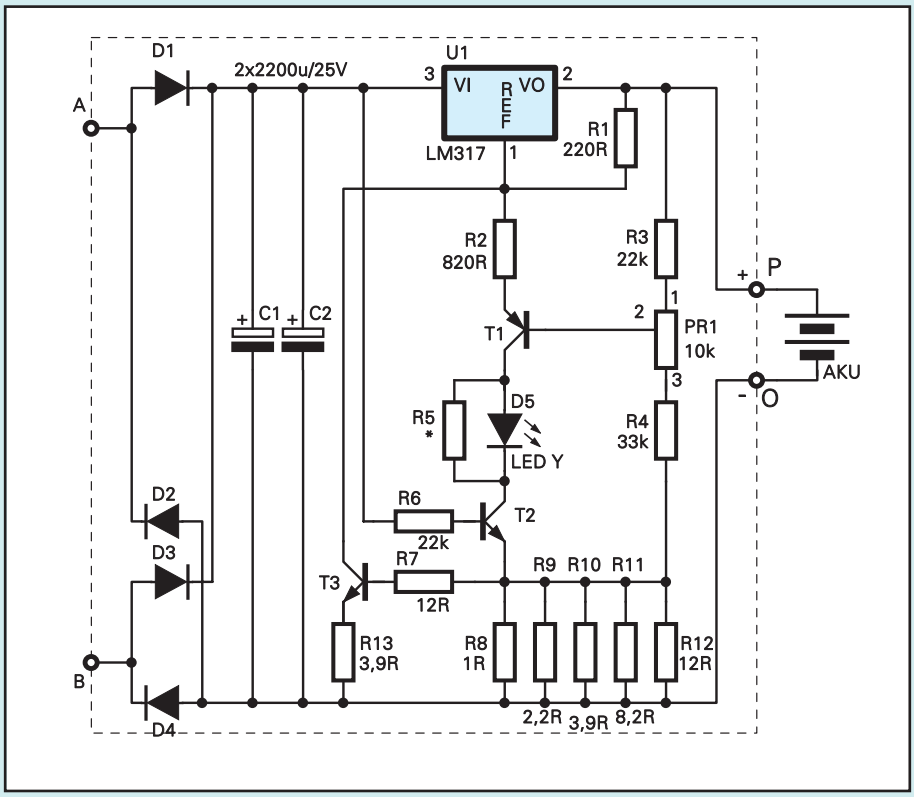
Warunkiem skuteczności tego sposobu ładowania jest jednoznaczna zależność napięcia akumulatora od stanu naładowania. Zależność taką mają nie tylko akumulatory kwasowe, ale również nowoczesne akumulatory litowe. Oczywiście po dobraniu odpowiedniego napięcia pracy, prezentowany układ znakomicie nadaje się do współpracy z akumulatorami litowymi, jednak w praktyce okaże się, że posiadacze takich nowoczesnych akumulatorów (np. od kamer wideo) wraz z akumulatorem zakupią też firmową ładowarkę.

Jak to działa?

Ogromna ilość popularnych prostowników ładuje akumulator prądem tętniącym - wyprostowanym przebiegiem sieci 50Hz. W opisywanym układzie zastosowano prosty, ale bardzo skuteczny układ automatyki zapobiegający przeładowaniu. Dla optymalnej pracy tego układu pożądane jest, by układ pracował z napięciami i prądami filtrowanymi. Tym samym układ jest w rzeczywistości precyzyjnym stabilizatorem i może być z powodzeniem wykorzystywany w tej roli.

Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 1**. Mostek diod D1-D4 oraz kondensatory C1, C2 zapewniają napięcie stałe, dobrze filtrowane, niezbędne do pracy stabilizatora.

Sam układ ładowania składa się właściwie z dwóch głównych bloków - układu kontroli napięcia ze stabilizatorem U1 oraz układu kontroli prądu maksymalnego z tranzystorem T3. Jest to więc pre-



Rys. 1

cyzyjny stabilizator napięcia z układem ograniczania prądu.

Generalnie układ pracuje następująco. Gdy akumulator jest rozładowany i jego napięcie jest mniejsze niż napięcie stabilizacji ustalone potencjometrem PR1, wtedy stabilizator U1 jest otwarty (niejako chce zwiększyć to napięcie zwiększając prąd). W każdym razie stabilizator jest otwarty, płynie znaczny prąd, a na akumulatorze napięcie jest mimo to mniejsze od napięcia „nominalnego" stabilizatora U1, ustalonego przez R1. Jaki płynie prąd? Co prawda układ LM317 posiada obwód ograniczania prądu, ale prąd maksymalny mógłby sięgnąć 2A lub nawet więcej. Aby akumulator był ładowany mniejszym prądem, odpowiednim dla swej pojemności, dodano obwód z tranzystorem T3. Wartość prądu ładowania wyznaczona jest sumaryczną rezystancją równoległego połączenia rezystorów R8...R12 Gdy spadek napięcia na tych rezystorach przekroczy 0,6...0,7V, tranzystor T3 zacznie się otwierać i obniży napięcie na wyprowadzeniu ADJ(ust.) stabilizatora U1, powodując zmniejszenie napięcie wyjściowego, a tym samym i prądu ładowania do takiej wartości, by spadek napięcia na rezystorach R8...R12 wynosił około 0,7V. W praktyce w układzie nie będą stosowane wszystkie rezystory R8...R12. Należy wlutować te rezystory, które zapewnią odpowiedni prąd ładowania. Oporności tych rezystorów są tak dobrane, aby z ich pomocą można było ustalić prąd ładowania w zakresie 60mA do około 1,4A. Rezystor R13 jest potrzebny, by zmniejszyć wzmocnienie tranzystora T3 - bez tego rezystora układ mógłby się wzbudzić.

Reasumując - gdy akumulator jest rozładowany, układ ładuje go stałym prądem wyznaczonym przez wartości rezystorów R8...R12.

Napięcie na akumulatorze w trakcie ładowania będzie wzrastać. Ale nie będzie wzrastać w nieskończoność (aż do uszkodzenia akumulatora). Napięcie będzie wzrastać tylko do napięcia stabilizacji wyznaczonego przez PR1. Gdy napięcie na akumulatorze zbliży się do tego napięcia, prąd ładowania się zmniejszy. Wtedy obwód z rezystorami R8...R12 i tranzystorem T3 nie będzie ograniczał prądu, bo spadek napięcia na R8...R12 będzie mniejszy od napięcia otwierania tranzystora. Teraz prąd ładowania będzie wyznaczony przez właściwości akumulatora i napięcie ustalone z pomocą PR1. Można to sobie wyobrażać nastepująco - po naładowaniu akumulatora jego napięcie wyjściowe będzie równe napięciu „nominalnemu" stabilizatora, a przy takim napięciu przez niemal całkowicie naładowany akumulator będzie płynął jedynie jakiś niewielki prąd konserwujący.

W praktyce dla 12-woltowego akumulatora to napięcie „nominalne" stabilizatora będzie wynosić mniej więcej 13,6...14,4V. Na przykład w samochodach ustala się napięcie regulatora właśnie na 14,4V, jednak w zastosowaniach domowych, na przykład do bezprzerwowego zasilania centralki alarmowej, napięcie pracy buforowej będzie nieco niższe, zbliżone do 13,65V. Dalsze uwagi na ten temat są podane w dalszej części artykułu, a kompleksowo temat został omówiony w EdW 11/96 str. 63...67.

W układzie z **rysunku 1** na uwagę zasługuje jeszcze obwód z tranzystorami T1, T2 i D5. Z zasady działania stabilizatora LM317, w czasie normalnej pracy napięcie między jego wyjściem a końcówką ADJ wynosi 1,23V. Zgodnie z katalogowymi wskazówkami dotyczącymi układu LM317, minimalny prąd obciążenia nie powinien być mniejszy niż 3,5mA. Rezystor R1 o wartości 220Ω zapewnia, że prąd ten wynosi ponad 5mA. Prąd ten płynie również przez rezystor R2, tranzystor T1, diodę świecącą D5 oraz tranzystor T2.

Tranzystor T1 nie pełni jedynie roli wtórnika (i transformatora impedancji) umożliwiającego dobór napięcia z pomocą dzielnika rezystorowego (R3, PR1, R4), przez który płynie niewielki prąd, znacznie mniejszy od wspomnianego wcześniej prądu minimalnego 3,5mA. Tranzystor T2 pełni tu dodatkowo bardzo ciekawą funkcję. Otóż jak wiadomo, napięcie baza-emiter tranzystora maleje z wzrostem temperatury mniej więcej 2mV na stopień Celsjusza. Nietrudno się domyślić, że wywołuje to zmiany napięcia wyjściowego ładowarki. Gdyby to był układ typowego stabilizatora laboratoryjnego, byłoby to niepotrzebne, a nawet niepożądane. Ale w układzie ładowarki akumulatorów kwasowych może być cenną zaletą. Otóż napięcie akumulatorów kwasowych maleje z temperaturą., aby więc układ ładowarki wręcz idealnie dopasować do tych zmian, należałoby wraz ze zmianami temperatury zmieniać napięcie „nominalne" ładowarki dokładnie tak, jak zmienia się napięcie akumulatora. I właśnie tę rolę pełni też tranzystor T1 wraz z dzielnikiem R3, PR1, R4 oraz rezystorami R2 i R1. Dzięki odpowiedniemu dobraniu tych rezystorów, napięcie „nominalne" ładowarki będzie się zmieniać nie ze współczynnikiem -2mV/°C, tylko na przykład -5...-8mV/°C, zalecanym przez niektórych producentów akumulatorów. Ten szczegół dla początkujących nie ma żadnego znaczenia, ponieważ wykorzystanie tej właściwości układu wymaga dobrego termicznego sprzężenia między akumulatorem a tranzystorem T1 pracującym w roli czujnika. Jedynie bardziej zaawansowani mogą to wykorzystać, dołączając T1 przewodami, zapewniając jego dobry kontakt termiczny z akumulatorem i ewentualnie dobierając rezystory R2, R3, R4, PR1 do

konkretnych potrzeb i współczynnika termicznego zalecanego przez producenta posiadanego akumulatora. Ale to naprawdę jest szczegół, którym początkujący nie muszą sobie zawracać głowy - układ w podstawowej wersji pokazanej na fotografii też dobrze spełni swą rolę.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze obecność tranzystora T2. Pełni on rolę zabezpieczenia przed rozładowaniem akumulatora w przypadku zaniku napięcia sieci 220V. Brak napięcia na wejściu powoduje także wygaszenie diody D5 - jak z tego widać, dioda ta nie jest wskaźnikiem naładowania akumulatora - informuje tylko o tym, że akumulator „jest pod opieką" ładowarki. Układ nie ma żadnego wskaźnika naładowania, ale też z założenia wskaźnik taki nie jest potrzebny, bo akumulator nie zostanie przeładowany nawet przy ciągłym pozostawaniu „pod opieką" tej ładowarki. A stan jego naładowania można w prosty sposób sprawdzić, mierząc napięcie na nim - napięcie równe napięciu „nominalnemu" ładowarki wskazuje na naładowanie. Rezystor R5 w typowym układzie nie będzie stosowany - teoretycznie mógłby być wykorzystany do wygaszania diody D5 w przypadku gdy akumulator jest głęboko rozładowany.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu nie sprawi trudności. Jak widać z **rysunku 2** (schemat montażowy) oraz fotografii, jedynym kłopotem może być znalezienie odpowiedniego radiatora. Jego wielkość wyznaczona jest przez moc strat stabilizatora U1 i będzie zależeć od maksymalnego prądu ładowania oraz napięcia na kondensatorach C1, C2. Radiator należy dobrać samodzielnie - najwięcej będzie się grzał w pierwszej fazie ładowania i może być wtedy bardzo gorący. Warto dodać, że zbyt mały radiator nie spowoduje uszkodzenia układu - dzięki zabezpieczeniu termicznemu kostki LM317 spowoduje to jedynie zmniejszenie prądu ładowania.

Dla zmniejszenia strat warto zastosować taki transformator sieciowy, by napięcie na kondensatorach C1, C2 wynosiło 15,5...18V, nie więcej.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania, a jedynie regulacji napięcia wyjściowego oraz prądu ładowania. Napięcie ustawia się potencjometrem PR1. Napięcie na kondensatorach C1, C2 powinno przy tym wynosić nie mniej niż 15,5V, zamiast akumulatora można włączyć rezystor 1kΩ. Napięcie to powinno wynosić około 13,65V (2,275V/ogniwo) w przypadku, gdy ma to być zasilacz buforowy, na stałe połączony z akumulatorem. Jeśli natomiast ma to być ładowarka akumulatorów pracujących w innych urządzeniach, ładowanych po wyczerpaniu (praca cykliczna), należy ustawić napięcie większe 14...14,4V (do 2,4...2,5V/ogniwo).

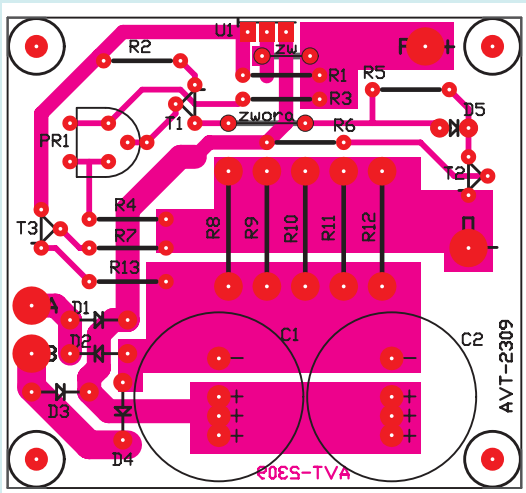
Natomiast maksymalny prąd ładowania trzeba ustawić stosownie do pojemności akumulatora. Typowo będzie to prąd dziesięciogodzinny, a wiec dla akumulatora o pojemności 10Ah - prąd 1A, dla pojemności 4,8Ah prąd 0,48A.

Wartość tego prądu wyznacza sumaryczna rezystancja rezystorów R8...R12. Zamiast żmudnie liczyć wypadkową rezystancję, można dodać prądy wyznaczane przez każdy z zastosowanych rezystorów. Oto przybliżone wartości prądu dla poszczególnych rezystorów:

R8 (1Ω) - 0,7A
R9 (2,2Ω) - 0,32A
R10 (3,9Ω) - 0,18A
R11 (8,2Ω) - 85mA
R12 (12Ω) - 60mA

Mając takie dane, łatwo dobrać potrzebny prąd. Można oczywiście zastosować rezystory o innych, pośrednich wartościach. Ewentualne odchyłki rzędu ±20% nie mają większego znaczenia. Jeśli ktoś zada pytanie o czas ładowania, trzeba zapytać, czy dobrze rozumie właściwości zastosowanego trybu ładowania. Układ zasadniczo przeznaczony jest do pracy buforowej, gdy akumulator na stałe jest podłączony do ładowarki (z ustawionym wyjściowym napięciem nominalnym 2,23...2,33V/ogniwo). Jeśli ładowarka ma służyć do cyklicznego ładowania rozładowanych akumulatorów (napięcie wyjściowe ustawione na 2,4...2,5V/na ogniwo), czas ładowania prądem dziesięciogodzinnym (0,1C) nie powinien być krótszy niż 15 godzin, niemniej jednak nawet znacznie dłuższy czas ładowania nie zaszkodzi, bo po naładowaniu akumulatora prąd spadnie do niewielkiej wartości, nie grożącej uszkodzeniem.

Rys. 2 Schemat motażowy



Możliwości zmian

Proponowany układ z kostką LM317 i odpowiednim radiatorem może pracować przy prądach ładowania do 1...1,5A. Kto chciałby ładować większym prądem, może zamienić układ LM317 na stabilizator o większym prądzie, np. LM350 (3A) lub LM338 (5A). Oczywiście należy wtedy odpowiednio dobrać radiator oraz rezystory R8...R12 (o większej mocy strat). Szczegółowe informacje na temat tych stabilizatorów były podane w EdW 9 i 10/96. Osoby, które dobrze rozumieją działanie zaprezentowanego układu oraz właściwości akumulatorów kwasowych, mogą wypróbować działanie układu bez kondensatorów filtrujących C1, C2, uwzględniając zmniejszenie prądu ładowania.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 220Ω
R2: 820Ω
R3,R6: 22kΩ
R4: 33kΩ
R5: nie montować - patrz tekst
R7,R12: 12Ω
R8: 1Ω0,5W (lub równolegle 2x2,2Ω 0,25W)
R9: 2,2Ω
R10,R13: 3,9Ω
R11: 8,2Ω
PR1: 10kΩ miniaturowy

Kondensatory
C1,C2: 2200µF/25V

Półprzewodniki
D1-D4: 1N4001
D5: LED (zielona lub żółta)
T1: BC558B
T2,T3: BC548B
U1: LM317T (1,5A)

Uwaga! Ponieważ w ogromnej większości przypadków obsługiwane akumulatory będą mieć pojemność do 15Ah, w skład zestawu wchodzi tylko kondensator C1 o pojemności 2200?F. Radiator nie wchodzi w skład kitu AVT-2309

SKRZYNKA PORAD

W TEJ RUBRYCE PRZEDSTAWIANE SĄ KRÓTKIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA NADSYŁANE DO REDAKCJI. SĄ TO SPRAWY, KTÓRE NASZYM ZDANIEM ZAINTERESUJĄ SZERSZE GRONO CZYTELNIKÓW. JEDNOCZEŚNIE INFORMUJEMY, ŻE REDAKCJA NIE JEST W STANIE ODPOWIEDZIEĆ NA WSZYSTKIE NADSYŁANE PYTANIA, DOTYCZĄCE RÓŻNYCH DROBNYCH SZCZEGÓŁÓW.

Jaka lutownica jest najlepsza dla początkującego elektronika (moc, temp. grota)?

Początkujący elektronik na pewno nie powinien zaczynać swojej przygody z elektroniką od lutownicy transformatorowej, zwanej także pistoletową. Lutownice transformatorowe mają znaczną moc (40 watów i więcej), a temperatura grota może być bardzo wysoka, powyżej +400°C. Taka lutownica ma owszem, kilka zalet, ale przede wszystkim wiele poważnych wad.

Temperatura grota jest wysoka, a na dodatek zmienia się (rośnie) wraz ze zużyciem grota. Zbyt wysoka temperatura powoduje wypalanie się lutowia, czyli tak zwanej cyny. Przegrzana cyna ma gorsze właściwości łączeniowe, a poza tym zwiększa się ryzyko uszkodzenia lutowanego elementu wskutek zbytniego podgrzania jego wyprowadzeń.

Duża transformatorowa lutownica praktycznie uniemożliwia montaż delikatnych, miniaturowych elementów. Co prawda niektórzy amatorzy stosują dodatkowe elementy montowane na grot (drugi kawałek drutu) i po nabyciu wprawy lutują „transformatorówką" także gęsto upakowane płytki z małymi polami lutowniczymi.

Jednak w większości przypadków próba użycia „transformatorówki" do lutowania delikatnych miniaturowych płytek kończy się odklejeniem oczek lutowniczych od płytki, czego głównym powodem jest właśnie przegrzanie. Poza tym ciężką lutownicą trudniej jest operować, co ma ogromne znaczenie w przypadku miniaturowych elementów.

Nie warto na początku przyzwyczajać się do „transformatorówki", ponieważ z czasem niemal każdy elektronik zechce przesiąść się na lutownicę lepszej klasy, a wśród lutownic tej lepszej klasy „transformatorówek" nie ma. Profesjonaliści oraz bardziej zaawansowani amatorzy kończą zazwyczaj na lutownicach renomowanej firmy Weller.

Warto więc od razu przyzwyczajać się do lutownic typowych.

Na początek polecamy małą i lekką lutownicę o mocy od 14 watów do co najwyżej 40W. Lutownice takie można obecnie kupić w niemal każdym sklepie elektronicznym, ewentualnie nawet na bazarze.

Wielu młodych elektroników ma poważne obawy, czy aby mała lutownica o mocy 15 watów będzie miała dostateczną temperaturę grota. Obawy te są zupełnie niepotrzebne bo lutownice, nawet te najtańsze są projektowane tak, by temperatura grota wynosiła przynajmniej +280...+300°C. Może to się wydać trochę dziwne, że mała lutownica o mocy 14W ma tę samą temperaturę grota co znacznie większa o mocy 40W. Przyczyna jest prosta: duża lutownica o większej mocy traci więcej ciepła do otoczenia. I temperatura nie może nadmiernie wzrosnąć.

Ale to nie znaczy, że nie ma tu żadnego problemu. Podczas lutowania część ciepła z lutownicy przechodzi do lutowia, płytki i wyprowadzeń elementu. Powoduje to zmniejszenie temperatury grota. Najłatwiej zaobserwować to zjawisko przy próbie zlutowania dwóch grubych drutów miedzianych (np. z domowej instalacji) lutownicą o małej mocy (14...20W). Odprowadzenie ciepła przez te miedziane druty jest na tyle duże, że lutownica nie będzie w stanie rozgrzać cyny i przewodów do odpowiedniej temperatury i lutowanie będzie niemożliwe. Także wszelkie przeciągi (ruch powietrza) powodują szybsze odbieranie ciepła z lutownicy i spadek temperatury grota. Z tym samym zjawiskiem koniecznie trzeba się liczyć w przypadku ciągłego lutowania wielu elementów na płytce. Spadek temperatury może być niedopuszczalnie duży i zamiast prawidłowych połączeń uzyska się tzw. „zimne luty" które wcześniej czy później spowodują dużo kłopotów.

Nie znaczy to, że mała lutownica jest nieprzydatna — wprost przeciwnie — do lutowania miniaturowych płytek początkujący amator powinien używać lekkiej lutownicy o niezbyt dużej mocy. Aby zapobiec nadmiernemu wychłodzeniu grota trzeba po prostu pracować trochę wolniej, by lutownica w krótkich kilkunastosekundowych przerwach zdążyła się rozgrzać. W praktyce można po prostu kolejno wkładać i lutować elementy pojedynczo, a nie „uzbroić" całą płytkę od razu i lutować wszystko po kolei.

Do lutowania trzeba używać odpowiedniego lutowia. Tak zwana cyna jest w rzeczywistości stopem składającym się głównie z ołowiu (!) i cyny. Ponieważ ołów jest bardzo szkodliwy dla zdrowia należy unikać wszelkiego niepotrzebnego kontaktu cyny ze skórą. Z tego względu zawodowe lutowaczki pracowały w cienkich rękawiczkach. Zapaleni hobbyści, którzy całe dnie spędzają przy lutownicy też powinni o tym pamiętać.

Oprócz cyny i ołowiu w „cynie" występuje też topnik. Wystarczy przeciąć w poprzek „cynę", by się o tym przekonać. Topnik jest zawarty także, a może przede wszystkim, w lutowiu ("cynie") o średnicy 0,5mm czy 0,7mm. W lutowiu dobrej jakości o tak małej średnicy występuje nie jedna, ale kilka żyłek topnika. Topnikiem tym może być kalafonia albo jeszcze inne substancje organiczne lub nieorganiczne. Zadaniem topnika jest wytworzyć podczas lutowania warstwę ochronną utrudniającą utlenienie „cyny" i końcówek lutowniczych, a bardziej agresywne topniki dodatkowo usuwają istniejące tlenki.

Tu należy ostrzec elektoników przed używaniem grubej „cyny" używanej na przykład przez blacharzy do lutowania rynien lub blacharzy samochodowych. „Cyna" taka ma nie tylko inny skład, ale co gorsza albo nie ma topnika, albo zawiera jakiś agresywny topnik, który może z czasem uszkodzić delikatne ścieżki płytki i elementy. Tak samo nie powinno się używać „kwasu" stosowanego przez blacharzy — ten skuteczny, ale bardzo agresywny topnik w krótkim czasie uszkodzi ścieżki i elementy o ile nie zostanie skutecznie zmyty.

Dawniej każdy elektronik oprócz cyny miał także małe pudełko z kalafonią. Obecnie znaczna część elektroników uważa, że wystarczy topnik zawarty w „cynie". W przypadku lutowania końcówek nowych elementów jest to rzeczywiście wystarczające, ale już na przykład przy lutowaniu ekranu kabla mikrofonowego czy przewodów warto najpierw pobielić lutowane końcówki cyną właśnie z użyciem kalafonii.

Praktykujący elektronik powinien mieć dodatkowo bardziej agresywny topnik — pastę lutowniczą, która umożliwi polutowanie utlenionych, zaśniedziałych końcówek, a nawet elementów stalowych. Ale uwaga! O ile kalafonia jest topnikiem nieszkodliwym, o tyle większość agresywnych topników z past lutowniczych musi być po lutowaniu starannie usunięta. W przeciwnym wypadku agresywny czynnik może spowodować korozję połączenia, ścieżek płytki i końcówek elementów.

Ogólnie dostępnym skutecznym „topnikiem zastępczym" jest tabletka aspiryny lub lekarstwa podobnym składzie. Aspiryna jest powszechnie używana do zdejmowania izolacji z przewodów nawojowych. Izolacji z cienkich drutów nawojowych nie zeskrobuje się nożem, tylko rozgrzewa lutownicą końcówkę drutu w tabletce aspiryny w obecności kropli cyny. Izolacja ulega zniszczeniu i końcówka zostaje pobielona. Uwaga — podczas takiej operacji z podgrzewanej aspiryny wydzielają się duszące opary.

Przy lutowaniu elementów na płytkach nie używa się żadnych dodatkowych topników, ewentualnie tylko kalafonii. Podczas lutowania należy przestrzegać generalnej zasady, która niestety wielu elektronikom jest zupełnie obca: grotem lutownicy należy podgrzewać końcówkę(i) lutowanych elementów, a nie „cynę"!

Podgrzanie końcówki elementu do temperatury powyżej +200°C jest konieczne, bo powoduje zniszczenie warstwy tlenków i dobre zwilżenie (pobielenie) końcówki cyną. Tymczasem początkujący amatorzy, naczytawszy się ostrzeżeń przed przegrzewaniem elementów, boją się podgrzać końcówkę, tylko szybko rozgrzewają cynę i zalewają łączone elementy. W rezultacie cyna nie zdąży zwilżyć ani końcówki elementu, ani punktu lutowniczego i po krótkim czasie połączenie zacznie przerywać — jest to tak zwany zimny lut.

Ratunek jest jeden — należy grzać końcówkę elementu i dotykać cyną nie do grota lutownicy, tylko do końcówki elementu, by cyna ją dobrze zwilżyła. Jeśli to będzie trwać 1...2 sekundy, elementowi na pewno nie grozi przegrzanie, a ryzyko zimnych lutów będzie wręcz zerowe.

Fatalnym błędem początkujących jest nabieranie cyny na grot i próba naniesienia jej na punkt połączenia — tak jak kiedyś blacharze lutowali rynny. Przez ten czas topnik zdąży się już wypalić i ryzyko uzyskania zimnych lutów poważnie rośnie.

Na koniec jeszcze jedna ważna uwaga: najtańsze lutownice mają grot wykonany z kawałka grubego drutu miedzianego. Miedź ma tę właściwość, że pomału rozpuszcza się w „cynie". W rezultacie miedziany grot jest pomału „żżerany" — zużywa się i musi być co jakiś czas doprowadzony do właściwego kształtu za pomocą pilnika. Należy podkreślić, że dotyczy to jedynie starych i najprostszych lutownic. Dziś, aby zapobiec rozpuszczaniu się miedzi z grota w cynie, końcówkę grota pokrywa się cienką warstewką żelaza lub specjalnego stopu, który nie ulega rozpuszczaniu. Groty z takim pokryciem i lutownice w nie wyposażone oznaczane są Long Life (długowieczne). Jeśli więc zakupiona lutownica ma grot nie w kolorze miedzi, tylko w kolorze żelaza (stali), to nie można takiego grota piłować. Niestety, wielu nieświadomych właścicieli takich lutownic zmarnowało już ogromną ilość takich grotów, chcąc pilnikiem uzyskać bardziej smukły kształt.

W podsumowaniu można stwierdzić, że początkujący elektronik powinien zaczynać od lekkiej i taniej lutownicy o mocy 14...40W, a nie od „transformatorówki". Z czasem „przesiądzie się" na lepszą lutownicę, może nawet z regulacją temperatury. Na życzenie Czytelników temat lutownic i lutowania może zostać szerzej omówiony w jednym z następnych numerów EdW.

CO NOWEGO W TELEFONII

czyli co w drutach piszczy

Niedawno pieściłem twoje szare komórki informacjami o centralach ISDN i o tym co one mogą zrobić. Jak zapewne pamiętasz, mogą dużo, a nawet i jeszcze więcej. Wspomnieliśmy sobie również, że aparat telefoniczny przystosowany do uruchamiania i wykonywania usług sieci ISDN to nie jest taki sobie zwykły aparat, tylko aparat niezwykły i dlatego nazwaliśmy go terminalem. Jedną z cech takiego terminala było odbieranie przeróżnych wiadomości, np. numer abonenta dzwoniącego, komunikaty na wyświetlaczu i całą resztę innych uciech. To wszystko nadal pracowicie buszuje sobie w sieciach ISDN sprawiając przyjemność ich użytkownikom oraz tym, którzy dowiadują się, że niedługo będą mogli z tego skorzystać.

Ale że postęp techniczny jest postępem, to i śmiertelni też coś z życia powinni mieć. Śmiertelni, znaczy - my. No więc, nie bójmy się tego słowa, mamy. Mamy mianowicie, nową generację telefonów. Domowych telefonów. Dlaczego domowych? Bo centrum dowodzenia ma być zlokalizowane w... kuchni. Zwyczajnej. Takiej normalnej. Domowej. Wiem, że to głupio brzmi, że w kuchni, ale co mam zrobić skoro tak jest. A jest tak dlatego, że twórcy tych telefonów przyjęli koncepcję dostępu do nowoczesności dla wszystkich. Bez różnicy. Jak wszyscy to wszyscy. I babcia też! A że babcie najłatwiej zlokalizować jest w kuchni, gdzie szykują wykwintne przekąski i inne kulinarne specjały, więc nazwa zrodziła się, że tak powiem "w ogniu walki".

Te nowe cudeńka są przeznaczone dla tych, którzy nie mają w domu PC-ta. Czasami z powodu braku pieniędzy, czasami z powodu braku chęci do posiadania i używania tego PC-ta, albo też wrodzona niecierpliwość nie pozwala im na zaczekanie, aż komputer wystartuje i łaskawie da znać, że właśnie przyszła poczta do ich elektronicznej skrzynki. Swoją drogą, trzeba podziwiać wymyślaczy tych nowych urządzeń, że dla takich leni jak właśnie opisani chce im się jeszcze pracować. Wynalazki dla leniuchów? A może jak dawniej: awizo w drzwiach i biegiem na pocztę. Przestali by wybrzydzać.

A tu nie. Bardzo proszę, nowy telefon. I to jaki! To nowe cudeńko ma, wyobraź sobie czytelniku, wyświetlacz LCD oraz małą klawiaturę z rozkładem klawiszy jak przy klawiaturze komputerowej, a jak się komuś taka całkiem mała nie podoba, to może sobie sprawić normalną, komputerową. A wszystko po to, tu uważaj, aby móc mieć dostęp do ... stron WWW. Wystaw waść sobie, telefon z Internetem. Oczywiście oprócz Internetu jest jeszcze poczta elektroniczna i inne takie tam, całkiem telefoniczne uciechy. Jak mówi szef sprzedaży firmy CIDCO, pan Bruce Gee, telefon przez tę firmę oferowany jest wyposażony między innymi w wewnętrzny modem 14,4Kbps, który z powodzeniem konkuruje z modemem 56Kbps współpracującym z PC-tem DELL 266MHz. Niemożliwe? A jednak! Dzieje się tak za sprawą wbudowanego w ten nasz nowy telefon, 32-bitowego procesora National Semiconductor, pamięci 1MB do przechowywania danych użytkownika i programu bazowego oraz pamięci 2MB do uruchamiania i obsługi tego programu. Ten procesor obsługuje tylko telefon, więc może się skupić na transmisji. Procesor w komputerze takich luzów nie ma, bo obsługuje jeszcze mnóstwo innych procesów, dlatego nie ma w szybkości przetworzenia danych aż takich różnic jak można by się było spodziewać porównując szybkości tych dwóch wymienionych modemów. Poza tym, jak powiedział pan Gee, dzięki temu, że transmisja stron Internetu następuje w kodzie HTML, ten nasz modem pracuje jak taki, którego szybkość transmisji wynosi 33,6Kbps. Masz już zatem odpowiedź dlaczego telefon nie czuje się jak przedszkolak podczas porównywania parametrów połączeń i wymiany danych.

Tak z boku patrząc, to ten nasz nowy telefon zachowuje się prawie jak komputer. Piszę "jak komputer", bo przypominam, został pomyślany jako "kuchenne centrum łączności". Dla wszystkich. Porównań z komputerami oczywiście nie unikniemy, bo zbyt wiele wspólnych cech się ze sobą w tym urządzeniu łączy, niemniej są też i pewne ograniczenia. Co prawda niektóre modele telefonów posiadają ekrany ciekłokrystaliczne, ale ich gabaryty nie pozwalają na np. uzyskanie całego obrazu ramki wyświetlanej na monitorze, tak jak się to dzieje w klasycznym komputerze. (Mam nadzieję, że wiesz czytelniku o co mi chodzi. Na wszelki wypadek młodszym z naszych czytaczy podpowiem, że na tych małych ekranikach nie mieści się cały obraz dostępny na normalnym monitorze). Inni znów, czepiają się, że brak jest ekranów dotykowych i trzeba polecenia wydawać przy pomocy zaprogramowanych klawiszy lub przy użyciu klawiatury. Ale to są zwykłe zrzędy i proponuję aby ich wcale nie słuchać. Nie wspomniałem jeszcze, które firmy oferują taki fajny sprzęt i ile ta cała nowoczesność kosztuje. Możesz czytelniku zwracać szczególną uwagę na produkty firm: CIDCO, PHILIPS oraz UNIDEN, a jeżeli chcesz się dowiedzieć co z ceną, to powiem, że mniej więcej za połowę ceny komputera można stać się

właścicielem takiego "domowego telefonu". Rozwój techniki następuje jednak tak szybko, że w chwili kiedy czytasz te słowa pewnie już następni producenci oferują swoje modele wystawiając je na półki na jakichś pokazach i być może ceny też się w związku z tym zmieniają. Dodam jeszcze, gdyby ci przyszło do głowy o to zapytać, to rozbestwieni twórcy tych telefonicznych cudeniek z ekranami, oferują możliwość podłączenia do nich drukarki. Mało tego, że informacja przychodzi do ciebie na ekran, to jeszcze możesz ją sobie wydrukować. No i jak tu nie nazwać takiego systemu - kuchennym centrum dowodzenia i łączności?

Innym, zbieżnym nieco z wyżej opisanym rozwiązaniem, jest wykorzystanie w parze telefonu i komputera. Równolegle. Tym razem fachowcy od łączności telefonicznej postanowili podłączyć telefon do komputera i rzec można, odwrotnie. Komputer do telefonu. Sprowadza się to do tego, że wszystkie funkcje i usługi dostępne z telefonu możesz wywołać z komputera. Zdublowanie tych urządzeń przy pomocy odpowiedniego oprogramowania powoduje usunięcie niedogodności napotykanych w korzystaniu z tych urządzeń, rzec by można w pojedynkę. Jak mówi pan Bert Fletcher, szef sprzedaży z firmy NORTEL, jednym przyciskiem wybierasz, z którego urządzenia chcesz korzystać i w jaki sposób. Innymi słowy tę sytuację opisując, można się zastanowić nad następującymi pytaniami. Kto z nas spędza 24 godziny na dobę przy komputerze? Kto z nas nigdy nie wychodzi z domu? Często nas przecież po prostu w domu nie ma. Nie da się tego uniknąć, bo gdybyśmy nawet pleśnieli przed ekranem monitora, to przecież spać też kiedyś trzeba, a i w domu są od czasu do czasu okoliczności, że trzeba pójść do miejsca gdzie raczej nikt nie instaluje urządzeń łączności. Nazwijmy więc, że w tym czasie co tam właśnie poszliśmy, ... jak to gdzie? No tam, gdzie ty wiesz a ja się domyślam (lub odwrotnie). No więc, jak tam już jesteśmy to w tym czasie telefon i komputer przyjmą za nas informację. Zidentyfikują tego kto dzwonił, mogą odebrać od niego jakiś dla nas komunikat a nawet po identyfikacji, któż to taki jest po drugiej stronie zestawionego połączenia, przesłać wiadomość wcześniej przez nas dla niego przygotowaną. Ciekawostką w tego typu współpracy telefon-komputer, może być to, że na ekranie po identyfikacji numeru wywołującego może pojawić się jego zdjęcie z informacjami, które wcześniej wprowadzisz do swojej bazy danych. Tego typu uciecha może być twoim udziałem jeżeli w swoim komputerze będziesz miał zainstalowany Windows 98 (dla tych okienek przewidziana jest taka możliwość) i będziesz szczęśliwym posiadaczem aparatu telefonicznego Meridian 9617.

No i jeszcze jeden rodzaj telefonów. Telefony bezprzewodowe. Pozwalają na rozmowę nie ograniczając nas do przebywania w promieniu długości kabla połączeniowego od aparatu. Ten rodzaj aparatów już pewnie znasz, więc możesz powiedzieć "Nihil novi sub Sole". Gdybyś akurat zapomniał co powiedziałeś, to ci przypomnę, że to znaczy "Nic nowego pod Słońcem". To po łacinie. Normalnej, szkolnej łacinie. I tu się, młody czytelniku, możesz z tym "nic nowego.." pomylić, bo do tej pory aparaty bezprzewodowe pracowały najczęściej z częstotliwością 46 - 49 MHz a oferowany przez firmę CASIO model telefonu pracuje w zakresie 902 - 928 MHz i zmajstrowany jest w technologii DSS (Digital Spread Spectrum). Wiceprezes działu rozwoju firmy CASIO, pan Mark Karnowski (bardzo mile widzi się takie nazwiska) powiedział, że celem było stworzenie takiego urządzenia, które byłoby w stanie wyemitować z dużą mocą swój sygnał, tak daleko jak się da, oraz odebrać inny, też z tak daleka jak tylko się da. I ta sztuka się udała. Teraz możemy sięgnąć po telefon bezprzewodowy o symbolu CP-850 mający zasięg siedem razy większy od dotychczas spotykanych. Niczym nie zakłócony odbiór i nadawanie, przy tego typu aparacie, uzyskuje się nawet przy odległości 4000 stóp, co po przeliczeniu na naszą miarę daje wynik ponad 1200 metrów. Masz może w domu telefon bezprzewodowy? Spróbuj sprawdzić jego zasięg. Potem wróć i przeczytaj jeszcze raz jak daleko możesz odejść z nowym modelem. Technologia DSS, o której przed momentem czytałeś została najpierw opracowana i zastosowana w urządzeniach militarnych a teraz służy cywilom, pozwalając na m.in. wyeliminowanie interferencji powstałych od innych sygnałów. Dlatego sygnał jest czysty i bez zakłóceń pomimo wspomnianej już odrobinę wcześniej wysokiej częstotliwości. CASIO to nie jedyna firma, która oferuje nowe aparaty bezprzewodowe. Dzielnie ją wspomagają inni producenci. Znana z innych niż telefony urządzeń firma SONY, wspomniana na początku tego artykułu firma UNIDEN, oraz inny znany producent, firma PANASONIC. Chciałbym na chwilkę wrócić jeszcze do urządzeń oferowanych przez firmę UNIDEN. Producent ten oferuje mianowicie aparat sterowany głosem. Chcesz wiedzieć jak on działa? Bardzo proszę. Nie musisz podnosić słuchawki i wystukiwać numer telefonu, z którym chcesz się połączyć. Wystarczy teraz, że powiesz np. "Laura". Aparat rozpozna abonenta a raczej abonentkę, z którą chcesz się skontaktować i po chwili będziesz się cieszył, że słyszysz w słuchawce głos jej cichy jak szmer strumyka w majowy poranek.

Tak więc, z tego co przed chwilą przeczytałeś wynika, że nowe technologie i urządzenia przesuwają granice możliwości tego co do tej pory znaliśmy. W tym wypadku, możliwości starego, zaufanego, niezbędnego w domu urządzenia jakim jest telefon.

Arkadiusz Bartold

POCZTA POCZTA POCZTA POCZTA

W rubryce „Poczta” zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt redakcji z Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią „Poczty” jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego „Errare humanum est”. Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: **Łukasza Gratza z Lędzin, Macieja Pieczyńskiego z Łodzi, Przemysława Dąbrowskiego z Grudziądza, Mirosława Koperę z Dębicy, Marcina Zechowicza z Głuchołazów, Dariusza Fryca z Dęblina, Dawida Zagórskiego z Gdyni, Dominika Szanwebera z Wolborza, Tomka Kaweckiego ze Świecia n/Wisłą, Artura Durakiewicza z Żelechowa, Grzegorza Kaczmarka z Opola (którego układ został zakwalifikowany do Forum Czytelników), Przemysława Kisiela z Torunia, Krzysztofa Cichonia z Tarnowskich Gór, Adama Czerniawskiego ze Szczytna,**

Uwagi do rubryki *Errare humanum est* przysłali ostatnio: **Mariusz Kiszka z Ostrowca Św, Agnieszka Iwańska z Kielc, Łukasz Podgórnik z Dąbrowy Tarnowskiej, Arkadiusz Druciarek ze Skoków, Tomasz Jędras z Lubina, Jacek Płochocki z Leontyny, Marcin Wiązania z Gacek, Paweł Świrk z Koszalina, Ryszard Olszewski z Torunia, Jacek Koronkiewicz z Olsztyna, Piotr Pszonicki z Tuszyna, Piotr Kuśmierczuk z Gościna, Daniel Plaga z Siedlisk, Tomasz Kutyła ze Stalowej Woli i Robert Jaszkowski z Warszawy.**

Nagrody otrzymują **Piotr Pszonicki** z Tuszyna i **Daniel Plaga** z Siedlisk.

Lato zaowocowało obfitością listów i kartek nadsyłanych do Redakcji. Przede wszystkim serdecznie dziękujemy tym wszystkim, którzy przysłali nam pozdrowienia z wakacji i urlopów.

Musimy też przyznać, że zupełnie niechcący - i do tego w środku lata - poruszyliśmy lawinę. W „Poczcie“ w EdW 8/98 zamieściliśmy list studenta, **Dariusza z Dęblina**. I zaczęło się! Dosłownie kilka dni po pojawieniu się tego numeru w kioskach, pojawiły się pierwsze listy dotyczące poruszonych tam tematów. Co z nich wynika? Co my na to? O szczegółach dowiecie się za miesiąc.

Dziękujemy za wszystkie nadesłane listy. Jak zwykle poruszaliście najróżniejsze tematy i nie sposób wymienić wszystkich tych spraw. Między innymi dzielicie się spostrzeżeniami na temat zawartości EdW. Generalnie głosy są jak najbardziej pozytywne, otrzymujemy mnóstwo pozdrowień i życzeń, których treści nie zamieszczamy, bo byłoby to z naszej strony bardzo nieskromne. Ale niektórzy z Was wyrażają również swoje krytyczne uwagi. I tu naprawdę mamy do czynienia z niesamowitą różnorodnością opinii. Kilka osób stanowczo skrytykowało artykułu oświatowe, na przykład artykuł o DVD, czy w ogóle MEU, chcąc widzieć w EdW przede wszystkim, a może jedynie „druciki“, czyli tylko opisy urządzeń i ewentualnie artykuły na temat rozwiązań układowych czy konkretnych układów scalonych. Nawet jeśli chodzi o „druciki“, istnieje ogromny rozrzut opinii. Niektórzy mają nam za złe, że wciąż prezentujemy „zasilacze, tajmerki, bajerki po stokroć opisywane i znane wszystkim, zwłaszcza z tym prehistorycznym układem 555“, natomiast inni mają pretensje, bo w EdW jest „za mało układów prostych, niekoniecznie do końca pożytecznych, ale nadających się do budowy przez każdego początkującego amatora“.

Jeden z Czytelników prosił nas, byśmy nie drukowali „ogłoszeń odnośnie chałupnictwa czyli ofert pracy“ w rubryce Rynek i Giełda „ bo to lipa“. Pisze on „wierzcie mi, możecie sprawdzić sami. Piszę o tym, aby ci mniej majętni nie dali się nabrać i nie stracili kieszonkowego“. W dużym stopniu zgadzamy się z jego opinią i zalecamy ostrożność.

Niektórzy (nieliczni) stanowczo domagają się w EdW stałej rubryki związanej z Internetem, choć ankiety wykazały, iż zdecydowana większość nie jest tym zainteresowana. Salomonowym rozwiązaniem może być Klub AVT, umożliwiający prenumeratorom bezpłatne otrzymywanie archiwalnych numerów dowolnych czasopism AVT, choćby właśnie „Internetu“. Trudno wszystkich zadowolić, niemniej jednak wszystkie uwagi i propozycje analizujemy, aby nasze czasopisma było naprawdę dla wszystkich. Cieszą nas widoczne postępy uczestników Szkoły Konstruktorów i innych konkursów. Na przykład jeden z licznej rzeszy naszych wiernych Czytelników, **Jarosław Kempa** z Tokarzewa napisał między innymi:

Korzystając z okazji (...) chciałbym pogratulować Redakcji EdW za tak wspaniałe pismo, którego czytelnikiem jestem od 1996 roku. Co prawda nie zauważyłem pierwszych numerów czasopisma, ale niedawno je „zdobyłem“ i obecnie mam komplet numerów EdW. Najpiękniejsze jest to, że wraz z biegiem czasu Wasze pismo stawało się bardziej kolorowe, obszerniejsze, nowocześniejsze i co najważniejsze - interesujące. Łamy EdW poszerzyły się o nowe horyzonty, które nie obejmują już „czystej“ elektroniki, ale także zawierają elementy informatyki, telekomunikacji i rozwijającej się techniki. Nie wpajacie nam „suchej“ wiedzy, ale staracie się uskrzydlić nasze umysły, dać odrobinę fantazji i „elektronicznej wolności“, która pomaga wielu młodym amatorom rozpocząć przedziwną i arcyciekawą podróż w świecie elektroniki. Nie nakazujecie nam powracać do dawnej i starej elektroniki i za to Wam dziękujemy. Nie chcemy, wkraczając w kolejne tysiąclecie (zwane okresem informatyki i wszechobecnej elektroniki), mieć w pamięci przeżytki dawnego przemysłu elektrycznego, a raczej wejść w 2000 rok z nowymi, świeżymi możliwościami i pomysłami. Podziękować należy Wam także za pomocne wyjście ku młodym (i starszym) elektronikom - amatorom, których talenty przez lata marnowały się w domowym zaciszu, a dzięki EdW mogły „ujrzeć światło dzienne“. (...)

Oczywiście, nie ma róży bez kolców i zdajemy sobie sprawę z własnych niedociągnięć i niedoskonałości. Pracujemy nad nimi i nadal będziemy pracować nad wszystkim, co dotyczy EdW. Odrębną kwestią jest jednak sprawa dystrybutorów kitów AVT oraz zamówień kierowanych do działu handlowego AVT. Tu niektórzy z Was mają do nas pretensje, że nie mogą kupić niektórych kitów, a realizacja niektórych zamówień nadmiernie się przeciąga. Jak już wielokrotnie pisaliśmy, Redakcja Elektroniki dla Wszystkich nie ma wpływu na pracę działów produkcyjnego i handlowego. Przy okazji jeszcze raz prosimy, żebyście listów dotyczących zakupu zestawów, płytek czy podzespołów a także ewentualnych reklamacji nie kierowali na adres naszej redakcji, tylko wprost do Działu Handlowego AVT.

MOTOROLA

Ktalogi Master Selection Guide firmy Motorola otrzymują w tym miesiącu:

Grzegorz Suchy z Ustronia
Przemysław Pietrzyk z Lublina
Paweł Żurowski z Koszalina

Natomiast duży zestaw katalogów otrzymuje **Grzegorz Bednarz** z Cięciny za swoje prace nadsyłane regularnie do Szkoły Konstruktorów.

A tak na marginesie - forma cytowanego powyżej listu jednoznacznie świadczy, że jego Autor powinien spróbować swych sił i napisać interesujący felieton do Hyde Parku. Jeśli chodzi o dotychczasowe (niezbyt liczne) propozycje do Hyde Parku, to niestety, przytłaczająca większość z różnych przyczyn nie kwalifikuje się do publikacji.

Na przykład **Jacek Płochocki** z Leontyny napisał dość ciekawą notkę na temat zagrożeń ze strony elektryczności statycznej. Niestety materiał ten nie kwalifikuje się do Hyde Parku, gdzie raczej wszyscy chcielibyśmy widzieć felietony na tematy „okołoelektroniczne“ ale zawierające własne przemyślenia, opinie, a nie próbę wytłumaczenia jakiegoś prostego problemu technicznego. Z kolei próby przekazania własnych przemyśleń odpadają albo ze względu na słabą stronę literacką, albo niezbyt ciekawy temat.

Tym niemniej gorąco zachęcamy do podejmowania prób i nadsyłania swoich materiałów. Niejednokrotnie przekonaliśmy się, że gdzieś daleko w głębi kraju drzemią ukryte talenty. Niech rubryka Hyde Park umożliwi im zaprezentowanie swych możliwości. Szukajcie więc ciekawych tematów i piszcie...

A oto kolejny list:

Na wstępie pozdrawiam całą redakcję EdW i gratuluję konsekwencji i uporu w promowaniu elektroniki wśród starych i młodych. Chcę dorzucić Wam do przemyślenia temat bardzo ciekawy dla mnie (a myślę że i dla innych czytelników). W wielu domach w piwnicach, na strychach, wśród sterty niepotrzebnych przedmiotów poniewierają się stare, lampowe radia. Naprawić ich i uruchomić z przyczyn obiektywnych już się nie da, ale warto wykorzystać starodawną, często bardzo efektowną obudowę-skrzynkę. Proponuję więc, skonstruowanie radia „współczesnego“ (z wykorzystaniem obecnie dostępnych scalaczków) i zamontowanie go w starej skrzynce radia lampowego. Takie radio miałoby bez wątpienia duże walory estetyczne, funkcjonalne i muzealne a nawet edukacyjne. Z mojego punktu widzenia radio takie powinno mieć budowę modułową, dzięki czemu każdy mógłby stworzyć radio najprostsze, bądź konstrukcję bardziej rozbudowaną i wzbogaconą. Do przemyślenia i przedyskutowania jest sprawa z jakich modułów mogło by składać się takie urządzenie. W wersji najprostszej proponował bym moduł radia i moduł wzmacniacza (przedwzmacniacz, końcówka mocy) i moduł zasilacza. W wersji bardziej profesjonalnej :

1. moduł głowicy (jest to jednak dość skomplikowany problem, można by więc się pokusić o zastosowanie głowicy radiowej któregoś z krajowych producentów [np. DIORA])
2. moduł p.cz. i detektora + ew. stereodekodera.
3. moduł przełącznika zakresów
4. moduł wskaźnika dostrojenia i wysterowania
5. moduł korektora + ew. układy redukcji szumów
6. moduł końcówki mocy
7. moduł zasilacza

Kolejny problem to zakres fal, jak na stare radio przystało, przynajmniej dla sentymentu przydałoby się mieć namiastkę fal Krótkich, Średnich i Długich oraz oczywiście UKF (najlepiej zakres 88—108 MHz). Stare skrzynki radiowe są duże, można więc pokusić się o montaż dobrej klasy głośników i stworzenie dla nich specjalnej komory. Dla najbardziej zaawansowanych i oświeconych techniką lampową, proponowałbym ożywienie radia poprzez „magiczne oko „ tzn. stary, lampowy wskaźnik dostrojenia który kiedyś znajdował się w każdym szanującym się radiu lampowym. O ile dałoby się taką lampę (pracującą przecież przy dużych jak na elektronikę napięciach) sprzęgnąć z radiem na kilku scalakach, sądzę że efekt byłby niesamowity. Dla tych którzy nie są w posiadaniu „magicznego oka“ lampowego można by skonstruować

coś na jego kształt, jego nędzną imitację (np. scalaczek + kilka diod LED).

Zdaję sobie sprawę, że zastosowanie wskaźnika lampowego („magiczne oko'') do radia końca XX wieku jest zwariowanym pomysłem (co najmniej takim jak zapłon elektroniczny do „syrenki"), ale myślę że gra jest warta świeczki, zielony kolor magicznego oka robi naprawdę duże wrażenie. Nasze radio posiada wtedy nie tylko kilka scalaków, rezystorków, itd., ale ma również „duszę". Może ktoś z czytelników EdW ma doświadczenie w tym temacie, może coś takiego już konstruował i wie jak obchodzić się z „magicznym okiem", jak go zasilać, sterować, itd. Sądzę że warto poruszyć ten temat, choć być może potraktujecie go jako poroniony i anachroniczny.

Z wyrazami szacunku **Dariusz Rębacz**

Tematu tego wcale nie uważamy ani za poroniony, ani anachroniczny, tylko wspaniały i fascynujący. Mało tego: Od dłuższego czasu zastanawiamy się, jak taki pomysł zrealizować i przedstawić Czytelnikom. Kompletnego „kombajnu" proponować nie będziemy, ale przerobienie antycznego radia na nowoczesny przedwzmacniacz i wzmacniacz mocy (nawet ze zdalnym sterowaniem) nie jest poza zasięgiem większości Czytelników EdW. Zanim zajmiemy się tym tematem, zwracamy się do Czytelników, którzy dokonywali takich przeróbek, by przedstawili swoje dzieła i tym zachęcili innych. W tej sprawie prosimy o kontakt listowny z Redakcją EdW (z dopiskiem Radio Retro).

* Drobne wyjaśnienie - jeśli przy ogłaszaniu konkursu nadmieniamy, że nagrodami będą kity AVT, to piszemy o całej puli nagród. Jak wynika z kilku listów, niektórzy błędnie zrozumieli, że każdy z nagrodzonych otrzyma kilka takich kitów. Tymczasem nagrodą dla uczestnika jest najczęściej tylko jeden taki kit.

* Ostatnio otrzymaliśmy kilka listów i kartek do rubryki Errare humanum est, dotyczących nie bieżącego, ale znacznie wcześniejszych numerów EdW. Zgodnie z Waszymi prośbami, ramka erraty znajduje się teraz w takim miejscu, że bez żalu można ją wyciąć i wkleić do odnośnego numeru EdW. Jak wiadomo, przyjęliśmy zasadę, że wykaz pomyłek publikujemy możliwie jak najwcześniej, a materiał do tej rubryki pochodzi z Waszych listów. Dlatego bardzo prosimy o wysyłanie spostrzeżeń do erraty najpóźniej do końca miesiąca, na który datowany jest dany numer EdW. To umożliwi nam uwzględnienie wszystkich istotnych uwag i zamieszczenie niezbędnego sprostowania lub wyjaśnienia.

Przy okazji jeszcze raz przypominamy, że układy prezentowane na fotografiach są pierwszymi autorskimi prototypami i ich płytki drukowane mogą się nieco różnić od wersji ostatecznych, przedstawionych w artykule. Zmiany takie wynikają albo z poprawek autora, albo ze zmian zaproponowanych podczas testów przez Pracownię Konstrukcyjną. Takie różnice nie są więc błędami, które należałoby zgłaszać do omawianej rubryki.

Na koniec obszerne fragmenty listu **Pawła Żurowskiego** z Koszalina. Wstęp z pozdrowieniami i gratulacjami pominęliśmy. Oto ciąg dalszy:

(...) Moja zabawa w elektronikę zaczęła się jakieś cztery lata temu. Na początku mej przygody budowałem proste układy przeważnie różne migacze, które gdy działały, zapierały mi dech w piersiach. Następne układy były coraz bardziej rozbudowane, a teraz mogę się pochwalić własnymi osiągnięciami w cyfrówce.

Jestem wielkim fascynatem elektroniki z dwóch powodów.

Pierwszy to chęć zemsty na paskudnych elektronach, z którymi pomimo usilnych starań nie mogę się dogadać, bo przeważnie fundują mi różne niespodzianki w postaci „mrówek" na plecach lub nagłych i niespodziewanych zmian fryzury. Kiedyś miałem nawet ochotę zamienić parę słów z jednym z tych dowcipnisiów, ale zrezygnowałem, bo okazało się, że każdy taki osobnik ma całą masą podobnych do niego, równie złośliwych kumpli, a poza tym do rozmowy w cztery oczy byłyby mi potrzebne okulary o bardzo silnych szkłach lub mikroskop elektronowy (noszenie na nosie jednego bądź drugiego wpłynęłoby negatywnie na moje kontakty towarzyskie, rozumiecie, dziewczyny...).

Tak więc nie rozmawiam z tymi typkami, a żeby nie zepsuć sobie do końca nerwów i nie powyrywać wszystkich włosów z głowy, uprawiam jogę lub medytuję.

Drugim powodem moich zainteresowań jest to, że lubię wydawać pieniądze, a najlepiej robi się to w sklepie elektronicznym. Skutkiem tego jest późniejsza dieta w postaci chleba ze smalcem i cebulą, które jem w szkole zamiast pączków. To nic, że koledzy tak jakoś dziwnie na mnie patrzą, i że mam nieświeży oddech.

I tak to elektronika mnie wciąga. Dosłownie - przekonałem się o tym przy reperacji odkurzacza.

Zgodnie z radą jednego z redaktorów EdW, na wszelki wypadek, gdyby elektronika mnie znudziła, zbieram książki medyczne, bo być może przerzucę się wtedy na medycynę. Mam też słoiczki i spory zapas formaliny, więc jestem przygotowany zarówno teoretycznie jak i praktycznie. (...)

Gratulujemy przezorności! Dalszej części listu nie cytujemy, bo napisana jest „zwykłym" stylem i dotyczy głównie ogłoszonej niedawno ankiety na temat układu z elementami SMD. Za przedstawiony fragment listu Paweł otrzyma upominek w postaci katalogu Motoroli, w przyszłości może zechce coś napisać do Hyde Parku?

Wzmacniacz klasy D - TDA7482

Po zaprezentowaniu w ramach Klubu Konstruktorów układu scalonego TDA7482 do Redakcji nadeszło mnóstwo listów z prośbami o próbki. Ze względu na ograniczoną ilość posiadanych układów, tylko dziesięć osób otrzyma je do swoich własnych eksperymentów. Są to:

Andrzej Bielski z Gdańska
Marcin Biernat z Rozalina
Bartłomiej Ceynowa z Sosnowca
Krzysztof Dąbrowski z Warszawy
Jarosław Kempa z Tokarzewa
Janusz Mąka z Katowic
Robert Szymaszek z Bielska - Białej
Marcin Wiązania z Gacek
Henryk Wycech z Wrocławia
Andrzej Zakrzewski z Białegostoku

Przy okazji zwracamy uwagę wszystkich, którzy będą przeprowadzać samodzielne eksperymenty, na konieczność zdobycia we własnym zakresie cewki do filtru wyjściowego. Cewka musi mieć nie tylko właściwą indukcyjność, ale też musi pracować z dużymi prądami bez wejścia w obszar nasycenia (60µH 3...4A). Z całą pewnością nie może to być miniaturowy dławik o wyglądzie rezystora, tylko element z rdzeniem o znacznie większych wymiarach. Ze względu na fakt, że układ scalony jest w sumie delikatnym tworem, zalecamy wcześniejsze dobranie i sprawdzenie tej cewki, a nie przeprowadzanie prób doboru cewki w układzie pracującego wzmacniacza. Cewka o zbyt małym prądzie pracy może być przyczyną nieo-